

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
PARA LA CAJA DE ACCESORIOS DEL MOTOR J-85 DEL AVIÓN A 37-B DE LA
FUERZA AÉREA COLOMBIANA

CARLOS DAVID LONDOÑO GÓMEZ
DUVAN ADOLFO MÉNDEZ TEJERO

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AERONÁUTICA
BOGOTÁ
2014

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
PARA LA CAJA DE ACCESORIOS DEL MOTOR J-85 DEL AVIÓN A 37-B DE LA
FUERZA AÉREA COLOMBIANA

CARLOS DAVID LONDOÑO GÓMEZ
DUVAN ADOLFO MÉNDEZ TEJERO

Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero Aeronáutico

DIRECTOR
ING. JUAN PABLO CARRILLO
TJ MORENO LUIS (Jefe taller J-85 base CAMAN)

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AERONÁUTICA
BOGOTÁ
2014

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D C, 2014

Las directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los Jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por Los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

“Primero a Dios por darme la salud y capacidades para estudiar esta carrera y a nuestros padres que se esforzaron y nos apoyaron en este proceso de formación.”

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento principal es para la fundación universitaria los libertadores, ya que por medio de esta tuvimos la oportunidad de hacer nuestras prácticas en la FAC (fuerza aérea colombiana), facilitando así nuestro proyecto de grado. Así mismo a nuestro tutor de tesis, el Ing. Juan Pablo Carrillo quien superviso el desarrollo de este trabajo. También debemos agradecer al S.P Moreno Jefe de taller J-85 de la base aérea de Madrid (CAMAN) quien ha sido una guía para el desarrollo de este proyecto y a su grupo de trabajo a los docentes de la universidad los libertadores quienes nos colaboraron con sus sugerencias y observaciones.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO DE REFERENCIA	19
1.1 MARCO TEÓRICO	19
1.2 MARCO HISTÓRICO	26
1.3 MARCO LEGAL	28
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
3. JUSTIFICACIÓN	33
4. OBJETIVOS	37
4.1 OBJETIVO GENERAL	37
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
5. LIMITACIONES	38
6. METODOLOGÍA	39
6.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	39
6.3 ESTUDIO DEL COMPONENTE	39
6.4 PROPUESTA	39
6.5 DISEÑO	39
6.5 VENTAJAS	40
6.6 CALCULOS	40
6.7 CONSTRUCCIÓN	40
6.8 MAPA DE METODOLOGÍA	40
7. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y DE CALIDAD	42
8. CALCULOS	43
9. PRESUPUESTO	50
10. IMPACTO SOCIAL	51
11. CRONOGRAMA DE DESARRALLO	55
12. PROCESO DE DISEÑO	56

13. ELABORACIÓN BANCO DE PRUEBA PARA LA CAJA DE ACCESORIOS DEL MOTOR J-85 DEL AVIÓN A37-B DE LA FUERZA AEREA COLOMBIANA	67
14. CONCLUSIONES	98
15. BIBLIOGRAFÍA	99

LISTAS DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Caja de accesorios Seccionada	21
Figura 2. Caja de accesorios	22
Figura 3. Sistema extracción de potencia	24
Figura 4. Caja de accesorios motor J-85	25
Figura 5. Caja de accesorios motor J-85	25
Figura 6. Aviones A37-B	27
Figura 7. Sobre esfuerzo cargando la caja de accesorios.....	32
Figura 8. Operación de la caja de accesorios	33
Figura 9. Banco de trabajo-caja de accesorios.....	33
Figura 10. Pruebas durante el mantenimiento de la caja de accesorios	34
Figura 11. Operación de la caja de accesorios.....	36
Figura 12. Pruebas durante el mantenimiento de la caja de accesorios	37
Figura 13. Piñón del eje de la Chumacera.....	46
Figura 14. Piñón C de la caja de accesorios.....	46
Figura 15. Poleas dentadas con correa	48
Figura 16. Engineering Date.....	51
Figura 17. Mesh.....	51
Figura 18. Forces Applications	52
Figura 19. Fixed Support.....	52
Figura 20. Total deformation.....	53
Figura 21. Normal Strain	53
Figura 22. Normal stress	54
Figura 23. Análisis deformación de la estructura	54
Figura 24. Análisis Final vista frontal.....	55
Figura 25. Análisis Final vista lateral	55
Figura 26. Propiedades físicas del material.....	57
Figura 27. Proyección de fragmentos por fuga	59
Figura 28. Aviso Precaución proyección de fragmentos	60
Figura 29. Atrapamiento por engranajes	60
Figura 30. Aviso precaución atrapamiento por engranajes	61
Figura 31. Sobre esfuerzos por levantamiento de piezas	61
Figura 32. Riesgo por contacto eléctrico.....	62
Figura 33. Aviso precaución por contacto eléctrico	62
Figura 34. Manual de mantenimiento	64
Figura 35. Manuales de mantenimiento Dismantling and Disassembly	64
Figura 36. Herramienta para acople y revoluciones del Piñón C	65

Figura 37. Herramienta presión de aire con manómetro	65
Figura 38. Herramienta presión de aire con manómetro	66
Figura 39. Primer prototipo Banco	66
Figura 40. Segundo prototipo banco vista lateral Solid edge	67
Figura 41. Segundo Prototipo banco vista posterior chumacera Solid edge	67
Figura 42 Prototipo 1 banco vista posterior	68
Figura 43. Poleas dentadas con correa	68
Figura 44. Motor eléctrico vista lateral Solid edge	69
Figura 45. Motor eléctrico Solid edge	69
Figura 46. Chumacera con polea vista superior Solid edge	70
Figura 47. Chumacera con polea vista posterior Solid edge	70
Figura 48. Chumacera con polea Solid edge	70
Figura 49. Rueda vista Superior Solid edge	71
Figura 50. Rueda vista lateral Solid edge	71
Figura 51. Rueda vista frontal Solid edge	71
Figura 52. Prototipo final Solid edge	72
Figura 53. Prototipo final vista superior Solid edge	72
Figura 54. Prototipo final vista lateral Solid edge	73
Figura 55. Prototipo final chumacera vista posterior Solid edge	73
Figura 56. Prototipo final vista lateral Solid edge	73
Figura 57. Prototipo final protusionado Solid edge	74
Figura 58. Manual de mantenimiento	75
Figura 59. Manuales de mantenimiento Dismantling and Disassembly	76
Figura 60. Pre-diseño	76
Figura 61. Diseño en balsa a escala	77
Figura 62. Toma de medidas engranajes caja de accesorios	77
Figura 63. Toma de medidas parte generador- Arrancador de la caja de accesorios	78
Figura 64. Toma de medidas parte generador- Arrancador de la caja de accesorios	78
Figura 65. Toma de medidas piñón	78
Figura 66. Estructura del banco	79
Figura 67. Esquema general sistema eléctrico	80
Figura 68. Módulos National Instruments	80
Figura 69. Micromaster siemens	81
Figura 70. UPS Mtek	81
Figura 71. Contactor General Electric	82
Figura 72. Rele sherack	82
Figura 73. Circuit braker General Electric	83
Figura 74. Pantalla digital touch Asus	83
Figura 75. Motor eléctrico	84
Figura 76. Chumacera	84

Figura 77. Flujometro GPI.....	84
Figura 78. Avance de la estructura metálica del banco	85
Figura 79. Esqueleto de la estructura metálica del banco.....	85
Figura 80. Estructura del banco finalizada.....	86
Figura 81. Estructura del banco finalizada.....	86
Figura 82. Motor con polea instalándose	87
Figura 83. Motor, Chumacera.....	87
Figura 84. Sistema mecánico (Motor, Chumacera, Corre de repartición)	88
Figura 85. Sistema mecánico (Motor, Chumacera, Corre de repartición)	88
Figura 86. Refuerzo chumacera.....	89
Figura 87. Sección mecánica con el refuerzo (Motor, Chumacera, Correa de repartición)	89
Figura 88. Eje chumacera con el eje de la estructura	90
Figura 89. Eje chumacera incide con la abertura de la estructura y al mismo tiempo con el eje de la caja de accesorios.	91
Figura 90. Instalación sistema de cómputo a la estructura	91
Figura 91. Instalación sistema de cómputo a la estructura	92
Figura 92. Sistema de cómputo instalado.....	92
Figura 93. Sistema eléctrico (Micromaster “siemens”, Contactor “General Electric”, Rele sherack, circuit braker “General Electric”).....	93
Figura 94. Módulos National Instruments	93
Figura 95. Cable termoencogible-secador.....	94
Figura 96. Sistema eléctrico	94
Figura 97. Sistema eléctrico	95
Figura 98. Cableado sistema eléctrico	95
Figura 99. Cableado sistema eléctrico	95
Figura 100. Sistema eléctrico	96
Figura 101. Instalación flujometro	96
Figura 102. Sistema eléctrico organizado con bridas plásticas	97
Figura 103. Sistema eléctrico	97
Figura 104. Instalación UPS Mtek y toma trifásica	98
Figura 105. Proceso de instalación del caucho para minimizar el ruido por las vibraciones generadas por el motor.	98
Figura 106. Proceso de instalación del caucho para minimizar el ruido por las vibraciones generadas por el motor.	99
Figura 107. Proceso de instalación del caucho para minimizar el ruido por las vibraciones generadas por el motor.	99
Figura 108. Instalación del caucho en las tapas de la estructura del banco.....	100
Figura 109. Resistencia eléctrica del tanque de aceite de la caja de accesorios.	100
Figura 110. Tanque de aceite de la caja de accesorios	101
Figura 111. Instalación de lámpara para la sección mecánica del banco	101

Figura 112. Instalación de lámpara para la sección mecánica del banco	102
Figura 113. Espejo de observación a la parte posterior de la caja de accesorios.	102
Figura 114. Sellante loctite “traba roscas”	103
Figura 115. Engrase balineras de las puertas de la estructura del banco	103
Figura 116. Configuración del sistema de cómputo	104
Figura 117. Banco de pruebas Finalizado	105

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Registro de Motores J-85	35
Tabla 2. Sistema de adquisición de datos.....	44
Tabla 3. Precios componentes para la construcción del banco de pruebas	58

LISTAS DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Plano General del Banco.....	106
Anexo B. Manual de mantenimiento.....	107
Anexo C. Manual de operación caja de accesorios.....	109
Anexo D. Manual de partes.....	112
Anexo E Formato Toma de Pruebas.....	118
Anexo F. Catalogo Aceros Industriales.....	119

INTRODUCCIÓN

Muchos de los desarrollos producidos en Colombia han llevado a que los estudios y construcciones sean cada vez más exigentes, con el resultado de cada trabajo. Esto exige que las compañías tanto en el ámbito operativo como mecánico sean más sofisticadas; se podría decir que si enfocamos estas ideas al trabajo que se desarrolla actualmente en los hangares de mantenimiento de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) se podría dar un resultado concreto y es que cada vez, es más necesario tener herramientas y equipos que contribuyan a enriquecer y dar un mejoramiento tanto en conocimiento para los problemas que se presentan en el momento como aquellos que se darán en un futuro.

De esta manera mejorar tanto el mantenimiento como las capacidades de cada operador de dicha entidad es fundamental; Ya que cuando se realizan trabajos más detallados, el resultado mejora el desempeño de cada entidad. Por esto se ha desarrollado este proyecto con el único fin de dar una mayor confiabilidad y un mejoramiento en los procesos que se vienen desarrollando actualmente en la Fuerza Aérea Colombiana en cuanto a los motores de sus aeronaves en operación. Si nos fijamos en lo que respecta a nuestro proyecto la búsqueda detallada en el mantenimiento de los DragónFly (A-37B), aeronaves tanto de combate como de entrenamiento nos llevó a que una de las principales falencias en cuanto a su mantenimiento radica en la caja de accesorios de sus motores J-85. Ya que estos son herramienta funcionales y de principal ayuda en el desempeño de cada misión.

Esta caja es un componente cuyos detalles de operación solo se pueden obtener cuando se cumple el tiempo límite para su mantenimiento, ya que en la propia aeronave no hay forma de saber si esta tiene fallas o problemas internos. Con el trabajo que se presenta a continuación se busca obtener que en el mantenimiento de la caja de accesorios de un resultado conciso con respecto al funcionamiento y con el tiempo de vida útil de la misma, ofreciendo un mantenimiento más confiable y sofisticado; que se encargaría de dar datos reales simulando como si este componente estuviera operando en condiciones normales; para que los resultados durante el mantenimiento sean más acordes con el desempeño y problemas que se podrían presentar en la aeronave cuando se encuentre realizando algún tipo de operación.

ABSTRACT

Many of the developments produced in Colombia have led to studies and constructions are increasingly demanding, with the result of each job. This requires companies both operationally and mechanically more sophisticated, you could say that if we approach these ideas to the work currently underway in the maintenance hangars of the Colombian Air Force (FAC) could give a concrete result and is that each time, it is necessary to have tools and equipment to help enrich and give both improved knowledge to problems that arise at the time as those who will in the future.

Thus improving both maintenance capabilities of each operator is essential that entity; Since when more detailed work is done, the result improves the performance of each entity. Therefore this project has been developed with the sole purpose of giving greater reliability and improved processes that are being developed today in the Colombian Air Force in terms of their aircraft engines operating. If you look at what our project regards the detailed search in maintaining the Dragonfly (A- 37B) , both combat aircraft and training took us to one of the major flaws in their maintenance is in the box accessory their J - 85 engine . Since these are functional and primary aid in the performance of each mission tool.

This box is a component whose operation details can only be obtained when the time limit for service is met, as in the aircraft itself no way of knowing if this is faulty or internal problems. With the work presented below is sought in keeping the accessory of a concise result for the operation and the lifetime of the same, providing a more reliable and sophisticated maintenance, which would be responsible to give actual data simulating as if this component was operating under normal conditions, so that the results during maintenance are more relevant to the performance and problems that could arise in the aircraft when performing some operation.

GLOSARIO

BANCO DE PRUEBAS: instalación que sirve para medir las prestaciones de los motores y sus características de funcionamiento. El banco de pruebas se emplea tanto para la obtención de datos importantes sobre la puesta a punto de prototipos como para la determinación de ciertos datos fundamentales necesarios para la prueba de los motores fabricados en serie.

CAMBIO MAYOR: cambio que debe contar con la aprobación de la UAEAC y que afecte apreciablemente el peso, balance, resistencia estructural, rendimiento (performance) operación del motor, características de vuelo y otras cualidades que inciden sobre la aeronavegabilidad.

CARBURADOR: aparato en que se produce la carburación en el motor de explosión.

CÁRTER: el cárter es una de las piezas fundamentales de una máquina, especialmente de un motor. Técnicamente, el cárter es una caja metálica que aloja los mecanismos operativos del motor.

DISPONIBILIDAD: la disponibilidad de un sistema de navegación es el porcentaje de tiempo en el que son utilizables los servicios del sistema. La disponibilidad es una indicación de la capacidad del sistema para proporcionar servicio útil dentro de una determinada zona de cobertura. La disponibilidad de señales es el porcentaje de tiempo en que se transmiten señales de navegación desde fuentes externas para ser utilizadas. La disponibilidad es función de las características físicas del entorno y de la capacidad técnica de las instalaciones de transmisores.

EGT: temperatura de los gases de escape

EMPUJE/POTENCIA MÁXIMA DE DESPEGUE: será el máximo disponible para operaciones normales que se indique en la sección de performance del manual de vuelo (AFM) de la respectiva aeronave, en condiciones atmosféricas de referencia.

ENGRANAJES: se denomina engranaje o ruedas entadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona' y la menor 'piñón'. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas.

HAN-UP: cuando se llevan los aceleradores a 80% y las RPM no alcanzan a subir, las RPM se quedan abajo y no pasan de 70% a 60%. Esto también puede suceder en el arranque inicial del motor.

LUBRICACIÓN: la lubricación o lubrificación es la acción para reducir el rozamiento y sus efectos en superficies conexas con movimientos que les puedan ocasionar algún tipo de maquinado (debido a los movimientos sincronizados de una pieza respecto de la otra).

LUBRICANTE: es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

MANTENIMIENTO DE LÍNEA: mantenimiento que se presta a una aeronave para que pueda continuar en vuelo. Comprende aprovisionamiento de fluidos y la corrección de defectos anotados por el piloto que no requieran reparaciones, sino cambio de componentes menores y accesorios.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: son operaciones de preservación simple o menores y el cambio de partes estándar pequeñas que no involucren operaciones de montaje complejas, en concordancia con la Parte Cuarta de este Reglamento.

PERSONAL AERONÁUTICO: conjunto de personas que, a bordo de las aeronaves o en la superficie terrestre, estando debidamente licenciadas o autorizadas por una autoridad aeronáutica, cumplen funciones directamente vinculadas a la técnica de la navegación aérea o el empleo de aeronaves.

OXIDANTE: se utiliza para que el carburante sea capaz de combustionar en lugares donde no hay oxígeno.

PIÑÓN: se denomina a la rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión por engranaje 1 cadena de transmisión o correa de transmisión.

PRESIÓN: la presión (símbolo p) es una magnitud física que mide como la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie (esa magnitud es escalar), y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea.

ROLL BACK: cuando las RPM bajan sin mover los aceleradores, también bajan las EGT.

RPM: una revolución por minuto es una unidad de frecuencia que se usa también para expresar velocidad angular. En este contexto, se indica el número de rotaciones completadas cada minuto por un cuerpo que gira alrededor de un eje.

TURBINA: motor consistente en una rueda encerrada en un tambor y provista de paletas curvas.

ABREVIATURAS

- ✓ *FAA: Federal Aviation Administration*
- ✓ *FOD: Fairing Objects Damage*
- ✓ *FAC: Fuerza Aérea Colombiana*
- ✓ *CACOM: Comando Aéreo de Combate*
- ✓ *QAD: Quick Attach Detach*
- ✓ *CAMAN: Comando Aéreo de Mantenimiento*
- ✓ *TSN : Time Since New*
- ✓ *TSO: Time Since Overhaull*
- ✓ *TBR: Time Between Restore*
- ✓ *TBF: Time Between Failures*
- ✓ *TTO: Time Total Operation*
- ✓ *MTBF: Mean Time Between Failures*
- ✓ *MTBR: Mean Time Between Restore*

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 MARCO TEÓRICO

A raíz de las operaciones que se realizan actualmente en el espacio aéreo colombiano las aeronaves que se utilizan se ven cada vez más expuestas a distintos tipos de fallas o simples retrasos para su operación. Es por esta razón que la fuerza aérea se vio forzada a la creación de mecanismos u entes encargados de la reparación, mantenimiento y control de las aeronaves en operación; y que cuya misión sería el de concentrar su vista en el buen estado de las aeronaves y en cada uno de sus componentes, es por este razón que surge el comando aéreo de mantenimiento “CAMAN”.

En Este lugar se lleva a cabo el mantenimiento de aeronaves y motores; en este caso como el de los aviones A37-B Dragonfly y de unos de los componentes principales de sus motores como lo es la caja de accesorios “GEARBOX”.

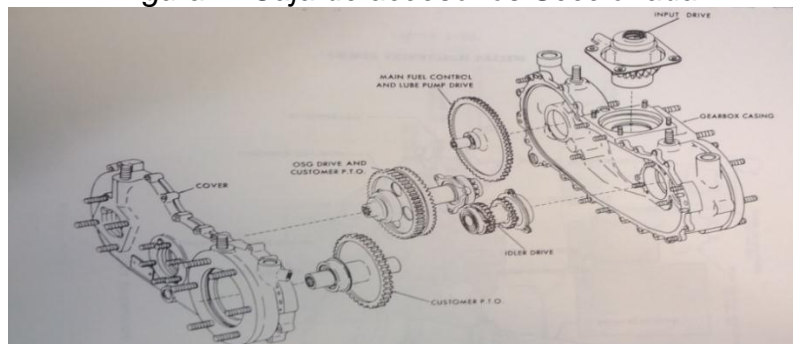
La caja de accesorios posee la funcionalidad de controlar el paso de aceite, presión y temperatura al resto de componentes del motor J-85 llevando acabo un desempeño optimo y a niveles normales en cualquier tipo de operación que exigiera este tipo de aeronave, Para mover la unidad accesorio. La caja de accesorios provee alojamiento para todos los diferentes accesorios acoplados engranados y no engranados; lubricando los componentes internos y externos del motor.

Normalmente se usa la presión del eje de alta, del compresor (N2) Para inducir potencia en la caja durante el vuelo pero durante el mantenimiento no se puede ofrecer una influencia sobre este eje y menos a los niveles que lo hace el motor en su operación normal. Ya que el mantenimiento que se realiza es un poco más mecánico y manual buscando solo fallas visuales como perdida de aceite o solo daños estructurales pero sin dejar referencia alguna del desempeño interno de las caja y sus componentes internos; por ejemplo en el año 2012 se presentó varios inconvenientes con respecto a estas motores y más exactamente en la caja por esta razón dos de estas aeronaves se vieron comprometidas en aterrizajes forzosos ya que el mecanismo de la aeronave estaba presentando una aumento de sobre RPM en algunos componentes de Motor y al mismo tiempo una sobre temperatura causando que la aeronave como tal se incendiara o que el mismo el gobernador de sobre velocidad interno en la caja se fisurara. Estos problemas no se podían detallar a simple vista pero. Como el mantenimiento

preventivo de ese año no detallaba este tipo de componentes ya que eran interno de la caja y solo se inspeccionaba lo exterior le era muy difícil a las fuerzas militares saber con concordancia la raíz del problema y sin una respuesta se daba vía libre para seguir operando la caja y causando que las horas de mantenimiento fueran más extensa. Por esta razón se necesitaba de una herramienta que pudiera llegar a producir un ambiente más acorde y semejante a las funcionalidades y características en vuelo que produce la aeronave con el fin de buscar y controlar cualquier tipo de falla tanto mecánica como algún tipo de perdida hidráulica provocadas tal vez por limallas o FOD que se introducen dentro de este componente. También existe la posibilidad que mientras la aeronave este en una maniobra las exigencias del motor se eleven en cuanto a su temperatura y esto produzca en la caja un aumento de presión haciendo que la caja explotara o dejara de funcionar; un daño como estos en dicho componente causaría también graves daños al resto de la aeronave. Actualmente el mantenimiento o medio por el cual se verifica este tipo de componente no nos deja saber el estado concreto en el que se encuentra la caja ni mucho menos que acciones preventivas se pueden llegar a tomar.

Ya que esta caja puede llegar a producir más o menos 6500 rpm y superar una temperatura mayor a los 9000° c produciendo que la aeronave no solo tenga perdida de presión en un caso extremo o una sobre presión causando que el motor explote estos datos no se pueden obtener o detectar con por los procedimiento actuales de mantenimiento ya que estas características como son las RPM y TEMPERATURAS necesarias que produce el motor y que no son comparables a la fuerza que el hombre puede llegar a genera sin usar una herramienta especial. Debemos también saber que muchos de estas fallas tampoco se pueden detectar En la propia aeronave por esta razón se hace obligatorio el chequeo de estos componentes en el mantenimiento ya que es este el medio por el cual se controla la funcionalidad y desempeño de la aeronave.

Figura 1. Caja de accesorios Seccionada



Fuente: Manual T.O. 2J-J-85-76-2 NAVAIR 02B-105AKA-6-2 (caja de accesorios)

Tipos de cajas de accesorios

El tipo de cárter de accesorios depende de cada modelo de motor en particular, el más generalizado es el que se encuentra situado en la parte inferior del motor, bien en su parte central o en su parte delantera.

Pero a pesar de esto la variedad es muy grande, pues hay motores que lo tienen en la parte superior, otros tienen más de un cárter de accesorios, bien buscando una mejor distribución o para cambiar la dirección de giro de un eje.

Figura 2. Caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Elementos de la sección de accesorios La disposición y arrastre de los accesorios ha sido siempre un tema problemático en los motores de turbina de gas. Los accesorios arrastrados normalmente están montados en bases comunes bien sea delante o adyacentes a la sección del compresor, dependiendo de si el motor es centrífugo o axial.

Los componentes de la sección de accesorios de todos los motores centrífugos y axiales tienen esencialmente el mismo propósito, aun cuando con frecuencia difieran bastante en nomenclatura y detalles de construcción.

Los elementos básicos de la sección de accesorios en un motor de compresor centrífugo son: el cárter de accesorios, que tiene bases de montaje mecanizadas para los accesorios arrastrados por el motor, y el tren de engranajes, que se encuentra alojado dentro del cárter de accesorios.

El cárter de accesorios puede estar diseñado para actuar como un depósito de aceite. Si se usa un depósito de aceite, normalmente se proporciona un sumidero bajo el soporte del cojinete delantero para el drenaje y recuperación del aceite usado para lubricar los cojinetes y piñones de arrastre.

El cárter de accesorios también está provisto con los tubos o pasos adecuados para pulverizar el aceite de lubricación sobre el tren de engranajes y cojinetes de

apoyo. El tren de engranajes está arrastrado por el rotor del motor a través de un piñón de acoplamiento del eje de arrastre de accesorios, que se ajusta por medio de estrías con un piñón del eje y el buje del conjunto de rotor del compresor. Los piñones de reducción dentro del cárter proporcionan las velocidades de arrastre adecuadas para cada accesorio de motor o componente. Debido a que las rpm del rotor son tan altas, las relaciones de reducción de los piñones de los accesorios son relativamente altas. Los acoplamientos de arrastre de los accesorios están apoyados en cojinetes de bolas montados en los núcleos de las bases de montaje del cárter de accesorios.

Los componentes de la sección de accesorios de un motor de compresor de flujo axial son: una caja de arrastre de accesorios y un conjunto de mando de arrastre, que aloja los ejes de arrastre necesarios así como los engranajes de reducción. Aunque por la estrecha relación de la caja de accesorios y el mando de arrastre necesitan estar cerca el uno del otro, dos son los factores que afectan a la localización de las cajas de engranajes, el diámetro del motor y la instalación del motor.

Los diseñadores siempre están luchando para reducir el diámetro del motor y hacerlos más estilizados mejorando el comportamiento del motor a base de reducir la resistencia al avance. También, la instalación del motor en un avión determinado puede dictar la localización o disposición de las cajas de accesorios. La caja de engranajes de accesorios tiene básicamente las mismas funciones que el cárter de accesorios del motor de compresor centrífugo. Tiene las normalmente mecanizadas bases de montaje para los accesorios de motor, y aloja y soporta los trenes de engranaje de arrastre de accesorios. También están incluidos los tubos y pasos internos para la lubricación de los trenes de engranajes y sus cojinetes de apoyo. La forma de acoplarse los distintos accesorios exteriores a sus bases de montaje en el cárter o caja de accesorios es muy variada, dependiendo del tamaño y tipo de elemento.

Para los accesorios de tamaño grande se suelen emplear tuercas de desconexión rápida, que con un pequeño giro se logra un buen aprieto. También se emplean las abrazaderas tipo QAD (Quick Attach Detach) que proporcionan una segura fijación así como un rápido montaje y desmontaje del accesorio.

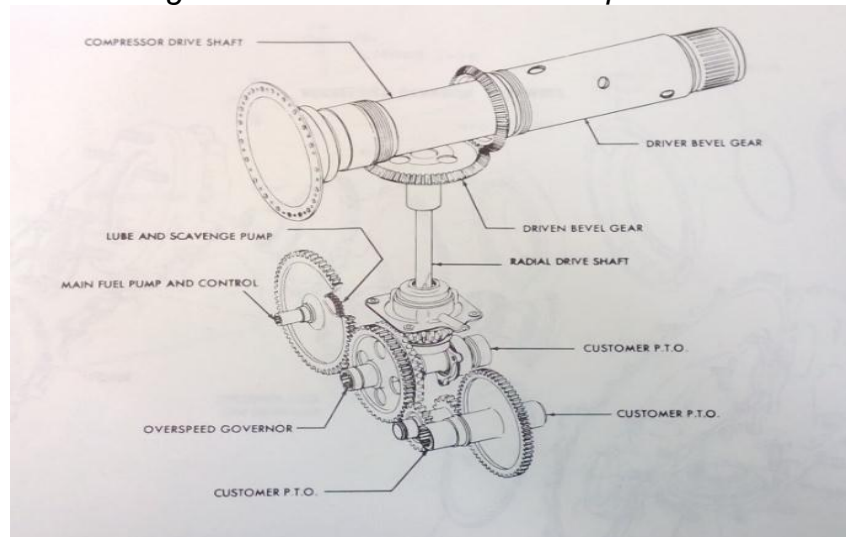
Funcionamiento de la caja de accesorios

En la caja de accesorios se produce un fenómeno llamado sistema de extracción de potencia el cual se origina por medio del generador arrancador, ya que la función primordial de este componente es transmitir potencia al motor y al mismo tiempo efectuar el proceso chispa o arranque inicial y para efectuar la mezcla de combustible y aire y así efectuar la combustión en el motor, cuando se realiza esto se produce movimiento a todo el eje del compresor y al mismo tiempo a todos los engranajes que se encuentran dentro de la caja de accesorios y de la misma forma la caja provee a todos los sistemas del motor de aceite combustible y presión hidráulica, la caja

Los engranajes impulsados son:

- Bomba de aceite
- Generador tacómetro
- Bomba de combustible
- Bomba hidráulica
- Generador de arranque

Figura 3. Sistema extracción de potencia



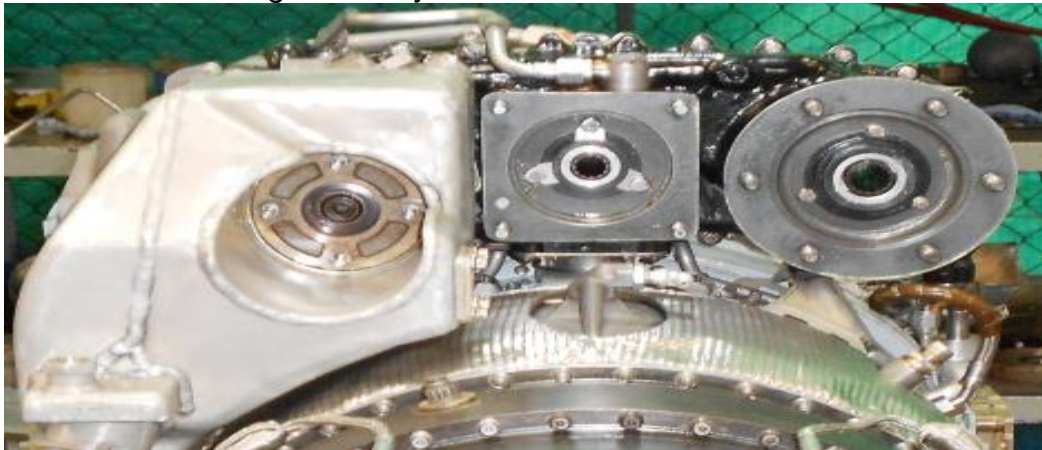
Fuente: Manual T.O. 2J-J-85-76-2 NAVAIR 02B-105AKA-6-2

Figura 4. Caja de accesorios motor J-85



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Figura 5. Caja de accesorios motor J-85



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Durante el desarrollo de los mantenimientos desarrollados o aplicados a los motores General Electric J85 se presenta que el mantenimiento requiere de pruebas especiales a los componentes de dicho motor. El General Electric J-85 es un pequeño motor turborreactor de eje único. Las versiones militares producen hasta 2.950 lbf (13kN) de empuje normal, y con postquemador pueden alcanzar 5.000 lbf (22 kN). El motor, dependiendo del modelo y del equipo adicional, pesa entre 140 y 230 kg. Es uno de los motores de reacción de la compañía General Electric más exitosos y con más tiempo en servicio militar; las versiones civiles han registrado más de 16,5 millones de horas en funcionamiento. La Fuerza aérea planea continuar usando el J-85 en algunas aeronaves hasta 2020.

Al igual la fuerza aérea colombiana presenta este motor como uno de sus emblemas gracias a su uso cotidiano y gran desempeño en operaciones militares, es por esta razón, que en los mantenimientos específicos como lo son:

- ✓ Soporte técnico y de ingeniería
- ✓ Probada experiencia desde 1980
- ✓ Programa de protección por garantía
- ✓ Programa de entrenamiento

- Capacidades de Reparación y Servicios

- ✓ Inspección de 600 Hrs. de Motor J85-GE-21B
- ✓ Inspección de 1200 Hrs. de Motor J85-GE-17^a
- ✓ Reparación de módulos

- ✓ Compresor J85-GE-21B
- ✓ Turbina J85-GE-21B
- ✓ Post quemador J85-GE-21B
- ✓ Compresor J85-GE-17A
- ✓ Turbina J85-GE-17^a

- Reparación por F.O.D.

- ✓ Motores J85-GE-21B
- ✓ Motores J85-GE-17^a

- Reparaciones de rotables 21B y 17A

- ✓ Cámaras de combustión
- ✓ Estatores de turbina etapa 1 y 2
- ✓ Sostenedores de llama
- ✓ Camisas térmicas de Post Quemador

Pero al irnos más enfocado a procesos como lo es el mantenimiento producido a la caja de accesorios de este motor nos pudimos dar cuenta que en el transcurso de los años el mantenimiento realizado a esta pieza requiere de una óptima y sofisticada operación por esta razón durante varios años se han desarrollado procesos enfocados al mejoramiento de dichos mantenimientos llegando así al punto de la mejora de materiales y tecnologías.

- ✓ Estudio de confiabilidad realizado al mantenimiento de los motores J-85 (Durante el proceso de las practicas realizadas en CAMAN)

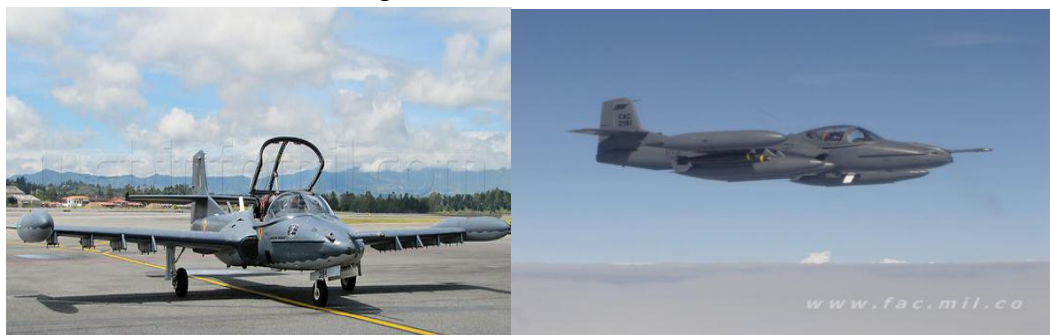
1.2 MARCO HISTÓRICO

La Fuerza Aérea Colombiana (FAC) es una de las tres instituciones de las Fuerzas Militares de Colombia, encargada de acuerdo a la Constitución de 1991 con la labor de ejercer y mantener el dominio del espacio aéreo colombiano para defender la soberanía del territorio nacional y cuyo carácter es decisivo para cumplir con éxito cada misión que se desea desarrollar ya sea para disminuir todos aquellos factores que actualmente afligen al pueblo colombiano. La fuerza aérea colombiana es una entidad cuya finalidad aparte de sobreguardar el territorio también se ha visto involucrado en el desarrollo tecnológico en cuanto a mecanismos tanto de operación, mantenimiento y ejecución de los medios que la componen

Esta entidad posee una de las aeronaves más emblemáticas en cuanto al desarrollo de la fuerza aérea y que aún hoy sigue cumpliendo misiones de alto nivel en nuestro país y que lleva por nombre DRAGOMFLY.

En el comando aéreo de combate número tres (Cacom-3), de la Fuerza aérea colombiana (FAC), vio volar al primer avión de guerra A-37-B o 'Dragonfly', ensamblado en malambo con recursos humanos propios de la ciudad y del interior del país. El A37-B es el avión insignia de la base CACOM III y de más confiabilidad en su operación por su alto índice de maniobrabilidad y desempeño en vuelo.¹

Figura 6. Aviones A37-B



Fuente: Google. (Aviones DRAGÓNFLY)

¹ CAMAN mantenimiento83.wikispaces.com

El Dragonfly es una de las aeronaves con más horas de vuelo y misiones cumplidas en el territorio colombiano y en su lucha contra el narcoterrorismo, esto ha generado que las aeronaves tengan un tiempo de control más prolongado e intensivo. Por esta razón las aeronaves deben ser mantenidas con altos índices de calidad para su operación y así cumplir con éxito sus misiones. Estas aeronaves son mantenidas en distintas etapas de su mantenimiento en los hangares de Madrid Cundinamarca y más exactamente en los hangares de CAMAN o más conocido como comando aéreo de mantenimiento. En este lugar las aeronaves y mucho de sus componentes como los son los motores estos son revisados exhaustivamente en la búsqueda de daños graves que puedan afectar la integridad tanto de la tripulación como de las misma máquina.

Con el tiempo CAMAN se ha visto en varios grandes cambios y acreditaciones únicas en nuestro país y que han conllevado a que la tecnología y herramientas que se utilicen actualmente sean mas sofisticadas por ejemplo actualmente esta fuerza posee una de las acreditaciones únicas para la modificación y overhaul de aeronaves como los son el C-130 HÉRCULES en sus distintas versiones y overhaul para los motores T700- J89 Y VERSIONES DE PT6.

La llegada del DRAGON FLY a esta fuerza dio pie en marcha a uno de los mayores trabajos conjuntos que ha tenido las fuerzas militares y es la modernización de su flota y de su equipo de mantenimiento dando así nuevas ideas y nuevos medios para la conservación de dichas máquinas y su desempeño eficiente en cada misión. Llegando cada vez a la misma conclusión y era que el desgaste de las aeronaves era mucho mayor en cada misión, y que por consiguiente el tiempo de mantenimiento era más habitual y ya no se producía un mantenimiento determinado por horas de vuelo si no se convirtió en un mantenimiento preventivo. Cada vez que la aeronave se encontraba en operación. Resultando de cada misión una falla distinta, ya sea estructural o en sus motores llevaban a que la aeronave estuviera más en tierra que en vuelo. Por esta razón los motores u otros componentes se vieron más expuestos a malos controles en su mantenimiento haciendo que la aeronave se retrasara en dicho proceso, o que el mantenimiento que se requería no se realizara en Colombia sino en otros países saliendo mucho más costoso el poder mantenerlas en operación. Vale recordar que durante el año 2000 y 2005 la fuerza aérea ha venido creciendo exponencialmente tanto en recursos como en personal para sus instalaciones,

su personal se capacita diariamente y sus procesos de fabricación y mantenimiento es más confiable.²

1.3 MARCO LEGAL

El banco de pruebas para la caja de accesorios del MOTOR J-85 , será una herramienta que de acuerdo a su diseño, no es copia o suplantación de otra, ya que es un diseño que surge por la necesidad de operación en mantenimiento de los talleres aeronáuticos de la fuerza aérea colombiana. Este proyecto solo tiene una característica fundamental y es la de suplir una necesidad de gran importancia brindando la facilidad en la instalación así mismos en su mantenimiento y reparación de la caja de accesorios del MOTOR J-85, en el taller del Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN). De acuerdo a esto va a ser una herramienta única, solamente creada por medio de algunas especificaciones que dieron los técnicos del taller los cuales dieron a conocer cuál era necesidad que se quería solucionar; y que por medio de este banco se vería reflejado una mejor calidad de trabajo. Según la constitución política de Colombia en su capítulo 2 y los artículos 70 y 71, que son la base de la realización de los proyectos dice:

CAPITULO II

De los derechos sociales, económicos y culturales

Artículo 70: El estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional.

La cultura en sus diversas manifestaciones es fundamento de la nacionalidad. El estudio reconoce la igualdad y la dignidad de todas las que conviven en el país. El estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la nación.

Artículo 71: La búsqueda del conocimiento y la expresión artística son libres. Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fomento a las ciencias y, en general, a la cultura. El estado creara incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología y las demás manifestaciones culturales y ofrecerá estímulos especiales a personas e instituciones que ejerzan estas actividades.

² CAMAN mantenimiento83.wikispaces.com

LEY 30 DE 1992

Por lo cual se organiza el servicio público de educación superior.

CAPITULO VI

AUTONOMÍA DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Artículo 28: la autonomía universitaria consagrada en la constitución política de Colombia y de conformidad con la presente ley, reconoce a las universidades el derecho a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y a administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondiente regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

LEY 115 DE 1994

DISPOSICIONES PRELIMINARES

ARTICULO 5to FINES DE LA EDUCACIÓN

De la conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, la educación se desarrollara atendiendo a los siguientes fines.

1. La formación en el respeto a la vida y a los demás derechos humanos, a la paz, a los principios democráticos, de convivencia, pluralismo, justicia, solidaridad y equidad, así como en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad.
2. La formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la nación.
3. La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber.
4. El acceso del conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fenómeno de la investigación y el estímulo a la creación artística e sus diferentes manifestaciones.
5. El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.
6. La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional

de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la nación.

7. La formación de la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este trabajo de investigación es muy importante para la optimización de un proceso que se considera costoso y riesgoso para la integridad del operario como para el componente; Ya que ofrece un nivel de confiabilidad grande para los técnicos y especialistas del motor J-85 al realizar la reparación o mantenimiento de la caja de accesorios de dicho motor.

La falta de herramienta óptima para el mantenimiento y reparación de la caja de accesorios del motor J-85, cuando este se encuentra en el taller de la base CAMAN, como lugar donde se evidencia más el problema, ya que es donde se llevan los motores a reparación de los A37B, que ha venido presentando inconvenientes en el proceso de mantenimiento de los aviones DRAGÓNFLY, por que el proceso actual es muy poco confiable.

Actualmente la reparación o mantenimiento de esta caja de accesorios se realizan manualmente, sin ningún tipo de banco o herramienta con el cual se sujeta el componente, para su mantenimiento respectivo según el manual. Presentando así un nivel de inseguridad alto ya que se corre el riesgo de caerse al suelo e incluso sobre el técnico debido a su peso; el cual involucra pérdida de tiempo, dinero y predisposición de la aeronave para cualquier tipo de operación.

Figura 7. Sobre esfuerzo cargando la caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Por otra parte la gran cantidad de dinero y tiempo que dispone para el Overhaul de la caja llevándola a la empresa en Canadá MAGELLAN AEROSPACE, por no tener la disposición de un banco el cual pruebe las condiciones reales de operación de la caja.

Figura 8. Operación de la caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Figura 9. Banco de trabajo-caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Figura 10. Pruebas durante el mantenimiento de la caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85) herramienta utilizada actualmente para el mantenimiento de la caja de accesorios

3. JUSTIFICACIÓN

La Fuerza Aérea Colombiana siempre ha buscado mejorar sus procesos de calidad y mantenimiento en cada una de sus acciones buscando un mejor desarrollo y efectividad en el campo de acción de sus operaciones aéreas, además de esto resaltando la seguridad que se le debe brindar a la persona u operario que realiza algún trabajo.

En nuestras prácticas realizadas en este comando CAMAN, nuestra labor como estudiantes de Ingeniería Aeronáutica es hacer la confiabilidad del escuadrón motores. El cual en este proceso pudimos percibir que en el taller de motores J-85, los motores en su mayoría llegaban por reparación debido a sus cajas de accesorios (Gearbox).

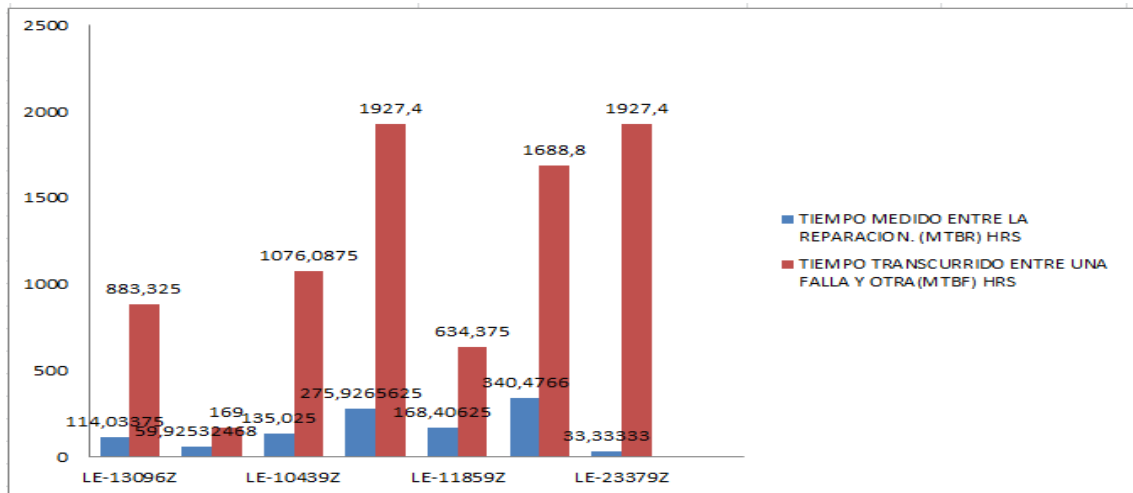
Tabla 1. Registro de Motores J-85

NOMBRE COMPLETO DE LA UNIDAD										
FECHA: 01 JUNIO 2013				UNIDAD CAMAN				MES DE: MAYO		
REGISTRO DE MOTORES NO INSTALADOS										
TIPO AERONAVE	TIPO MOTOR	NUMERO SERIE	No FAC	TSN	TSO	ESTADO			UBICACIÓN	OBSERVACIONES DEL ESTADO TIPO DE REPARACION ACLARAR ACCIONES A SEGUIR
						L	PROCESO	PEND REP		
A-37B	J85-17A	GE-E248828	J-206	4738,15	753,15	X			TALLER	ROTOR COMPRESOR FOD .PAPELERIA LLEGA 22/DIC/09
A-37B	J85-17A	GE-E248647	J-208	5325,53	1097,53			X	TALLER	FALLA EN EJE CAJA DE ACCESORIOS LLEGA 13/DIC/11
A-37B	J85-17A	GE-E305057	J-215	4801,30	1200,30			X	TALLER	FALLA CAJA DE ACCESORIOS LLEGA 22/SEP/11
A-37B	J85-17A	GE-E305016	J-220	4797,30	1197,20			X	TALLER	INSPECCION ESPECIAL .LLEGA 12/SEP/11
A-37B	J85-17A	GE-E232520	J-221	6364,10	577,41			X	TALLER	FALLA CAJA DE ACCESORIOS 29-05-2013
A-37B	J85-17A	GE-E248286	J-232	3240,53	709,53			X	TALLER	PRESENTO FOD LLEGO 22-05-2013
A-37B	J85-17A	GE-E247477	J-248A	4268,37	688,36			X	TALLER	ROTOR COMPRESOR FOD .LLEGA 28/DIC/12
A-37B	J85-17A	GE-E305087	J-249	3254,06	1196,06			X	TALLER	JEIM LLEGA ENE 12
A-37B	J85-17A	GE-E305150	J-253	3953,32	375,32		X		TALLER	LCFC 4ª ETAPA Y ESCAPE ACEITE DESENSAMBLE 25% PARALIZADO POR EJE COMPR
A-37B	J85-17A	GE-E248332	J-338	6534,53	422,53			X	TALLER	ROTOR COMPRESOR FOD .LLEGA 28/DIC/12 (STALL)
A-37B	J85-17A	GE-E248777	J-341	6691,40	975,40			X	TALLER	FALLA EN EJE CAJA DE ACCESORIOS LLEGA 28 DIC 2012
A-37B	J85-17A	GE-E248782	J-342	5734,05	471,05		X		TALLER	ALTA PRESION DE ACEITE .DESARME 30% LLEGO 22-05-2013
A-37B	J85-17A	GE-E248812	J-343	4740	503,15	X			TALLER	BOLETIN GE. DISK 4 COMPRESOR. LLEGA 21/SEP/07
A-37B	J85-17A	GE-E305072	J-369	3620,47	574,52	X			TALLER	ROTOR COMPRESSOR FOD. LLEGO 6 NOV 08
A-37B	J85-17A	GE-E248426	J-508	1519,60	1200,00		X		REPARABLES	INSPECCION ESPECIAL .DESENSAMBLE 25% LLEGA 29/SEP/09
A-37B	J85-17A	GE-E248790	J-509	4658,50	1200,00			X	REPARABLES	FALLA CAJA DE ACCESORIOS 12/SEP/09
A-37B	J85-17A	GE-E305208	J-510	2786,20	1200,00			X	REPARABLES	FALLA CAJA DE ACCESORIOS 05-05-2013
A-37B	J85-17A	GE-E305335	J-511	3023,80	1200,00			X	REPARABLES	INSPECCION ESPECIAL .LLEGA 29/SEP/09

Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Debido a esta información nos preguntamos porque los motores están llegando más por imprevistos que por tiempo entre reparación (MTBR) debido a las cajas de accesorios.

Gráfica 1. MTBR Vs MTBF



Fuente: CAMAN (Taller J-85)

Con estos datos obtenidos nos dirigimos al taller para indagar más sobre el problema, dando como resultado una gran sorpresa; el cual el mantenimiento y reparación de las cajas no eran confiables. No eran confiables debido a su herramienta de trabajo para el tipo de mantenimiento o reparación, Comodidad del operario debido a su manipulación con la caja de accesorios.

Figura 11. Operación de la caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Figura 12. Pruebas durante el mantenimiento de la caja de accesorios



Fuente: CAMAN. (Taller J-85) herramienta utilizada actualmente para el mantenimiento de la caja de accesorios

Con el diseño de este sistema "Banco de pruebas" se busca mejorar el proceso de mantenimiento desde el punto de vista técnico y de seguridad, además proveerá a los técnicos del DRAGÓNFLY un trabajo más confiable que reducirá el tiempo de mantenimiento del motor, reducir los posibles accidentes e imperfecciones antes mencionadas durante el proceso; generando así ganancia en mano de obra, tiempo, confiabilidad y economía. El banco permite adecuar y facilitar los medios para que el operario no ejerza ninguna fuerza al levantar la caja de accesorios, manipulando perfectamente el componente, con sus respectivos manómetros análogos como digitales verificando fugas, por empaques o sobrepresión corroborando los ítems anteriores; generando así ganancia en mano de obra, tiempo confiabilidad y economía.

- COSTOS

Tabla 2. Costo y tiempo de mantenimiento de una caja de accesorios en Canadá
✓ Canadá

Eventualidad	Costo	Tiempo
<i>Overhaul</i>	US \$ 100.000	6 Meses

Fuente: CAMAN

El *hoverhaul* de las cajas de accesorios se realizaba en Canadá con la empresa MAGELLAN AEROSPACE. Los costos de mantenimiento eran de \$ 100.000 dólares por caja, el cual tenía un tiempo estimado de 6 meses.

- ✓ Colombia- base CAMAN

Tabla 3. Costo y tiempo de mantenimiento de una caja de accesorios en Colombia

Eventualidad	Costo	Tiempo
<i>Overhaul</i>	US \$ 10.000	20 Días

Fuente: CAMAN

Tabla 4. Porcentaje comparativo semestral de mantenimiento Canadá vs Colombia.

Porcentaje comparativo semestral

<i>Overhaul</i>	Costo	Cantidad	Total	Diferencial
Canadá	US \$ 100.000	24	US\$ 2'400.000	\$ 2'376.000
COL-CAMAN	US \$ 10.000	24	US\$ 24.000	

Fuente: CAMAN

- Eventualidades:
 - + Cambio sello carbón
 - + Cambio piñón del eje C (Desgaste)
 - + Cambio O- Ring Exterior
 - + Daños estructurales por corrosión
- programados:
 - + Cada 1200 Horas.

El diseño e implementación de este banco para la caja de accesorios del motor J-85 permitirá mejorar una necesidad que es notoria en los técnicos de dicho motor del avión DRAGONFLY, generando en ellos una confiabilidad del 100% en la reparación o mantenimiento de este accesorio.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Diseño, construcción e implementación de un banco de pruebas para la caja de accesorios del motor J-85.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar un análisis del funcionamiento de la caja de accesorios para poder diseñar el sistema hidráulico dentro del banco.
- ✓ Realizar los planos del banco (Estructura y aditamentos).
- ✓ Realizar un análisis estructural del banco donde será montada la caja de accesorios.
- ✓ Construir el banco bajo normatividad utilizada en construcción de estructuras metálicas.
- ✓ Implementar el banco, realizando un paso a paso para su puesta en marcha.
- ✓ realizar un caza fallas, para el procedimiento de mantenimiento de dichas cajas

5. LIMITACIONES

Este proyecto solo cuenta con una limitación la cual es la logística implementada por la Fuerza Aérea, debido a que los trabajos y proyectos realizados por la fuerza aérea dependen de un tiempo determinado para la aprobación y desarrollo del mismo, en cuanto al desarrollo de nuestro proyecto es bueno recalcar que esta limitante va correlacionada con el tiempo el cual puede alterar el cronograma de desarrollo del proyecto.

6. METODOLOGÍA

6.1 Identificación del problema

Durante el desarrollo del mantenimiento de la caja de accesorios del motor J-85 era poco confiable y costoso, ya que para el Overhaul se mandaba al exterior a la empresa MAGELLAN AEROSPACE en Canadá, subiendo los costos y tiempo de alistamiento de este accesorio.

Se empieza hacer un análisis de por qué es tan poco confiable este tipo de reparación o mantenimiento ya que la Fuerza Aérea tiene el personal calificado para este tipo de trabajo. Con la ayuda de los operarios se realiza un proceso de investigación de cómo se hace el mantenimiento respectivo según manual, que herramienta utilizan, su entorno de trabajo, teniendo en cuenta la facilidad de manipulación del componente para trabajarlo, entre otras.

Se llega a la conclusión que la reparación o mantenimiento a este componente como lo es la caja de accesorios no se hace con la herramienta adecuada, no se cumple con los parámetros establecidos por el manual, la facilidad de manejo a la hora de hacer su respectivo trabajo no es la mejor, por tal motivo su reparación o mantenimiento no es confiable.

6.2 Estudio del componente

Para determinar un diseño o solución del problema identificado, se realiza un estudio del funcionamiento de la caja de accesorios (Gearbox), determinando su régimen de operación, que función cumple en el motor, como opera, como es su funcionamiento interno, etc. Para este estudio se hizo un entrenamiento con la ayuda de los operarios del taller J-85 y también con la ayuda de manuales y cartillas de operación de este componente.

6.3 Propuesta

Se propone hacer un banco de pruebas para la caja de accesorios del motor J-85 dando un 100% de confiabilidad en su reparación o mantenimiento respectivo, teniendo en cuenta los requerimientos según manual.

6.4 Diseño

Teniendo claro los conceptos que anteriormente se nombró, se empieza a desarrollar diseños de estructura y electrónica e igualmente los mecanismos para corregir los problemas identificados. Durante el desarrollo de los diseños que se propondrían, se fue mejorando con la ayuda de los operarios ya que ellos son los que van a manipular este banco, sintiéndose a gusto trabajando con este accesorio.

6.5 Ventajas

- Con este banco de pruebas se tiene una gran ventaja en la disminución de costos debido a que evita mandar la caja al exterior, reduciendo considerablemente el tiempo de alistamiento de este accesorio.
- Siendo el 100% de confiabilidad en la reparación o mantenimiento
- Evita incidentes como por ejemplo que la caja de accesorios se caiga afectando la integridad del operario o este mismo se dañe.
- Crecer como industria Aeronáutica en nuestro país, innovando y desarrollando proyectos tecnológicos.

6.6 Cálculos

Se realizan los cálculos pertinentes para la potencia y RPM del motor, teniendo en cuenta que las revoluciones máximas para la caja son 7088 Rpm según manual. Para la construcción de la estructura del banco de pruebas, se manda hacer a la empresa ROYCO (Especialistas en estructuras metálicas), con los planos realizados por nosotros, dándoles a conocer los puntos de alta vibración, el cual ellos determinan el material, grosor, ángulos de fijación, garantizándonos que la estructura soporte el peso y las vibraciones generadas por el motor y la caja de accesorios.

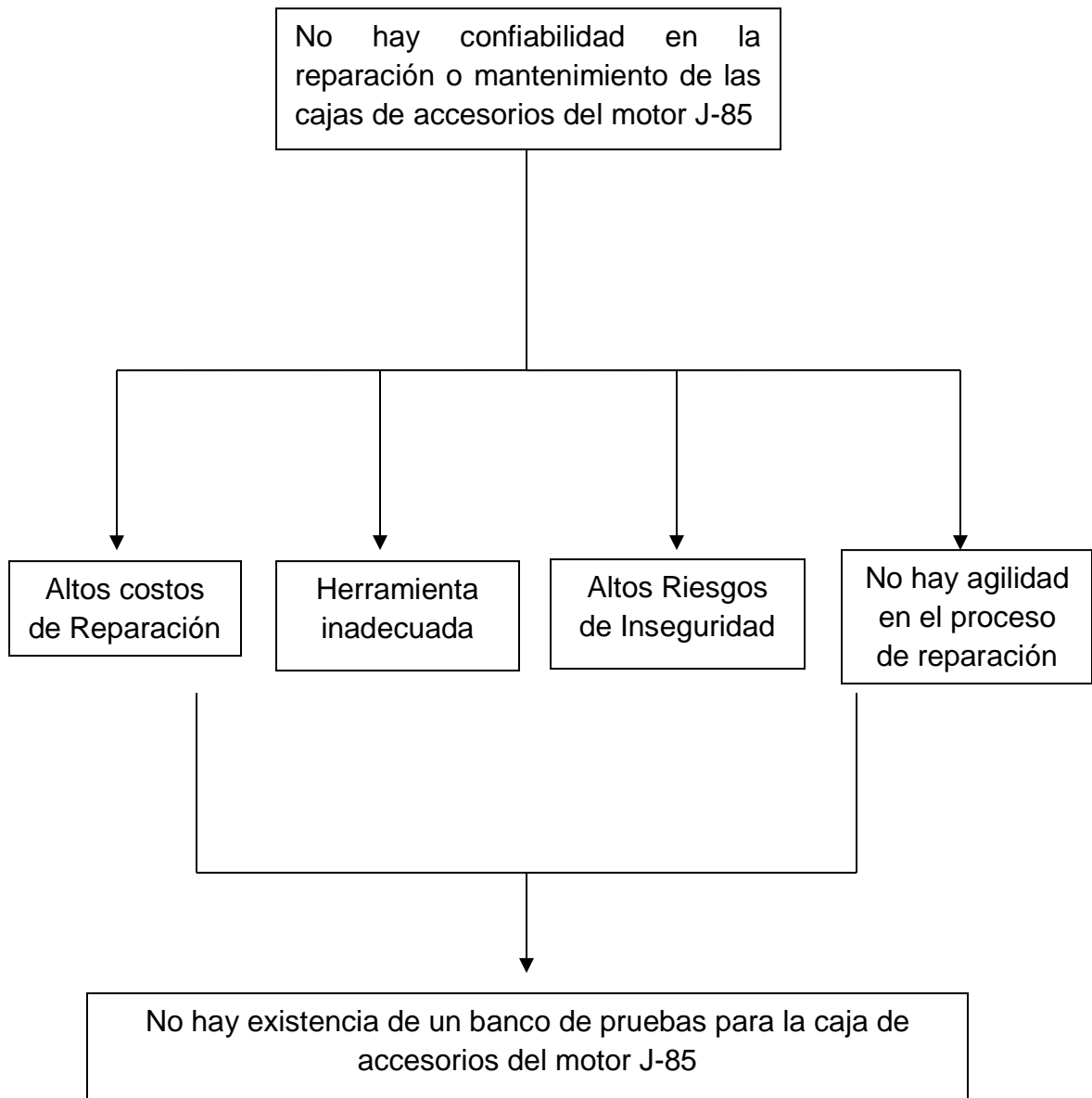
Se le dice a la empresa ROYCO ya que son especialistas en construcción en estructuras metálicas; igualmente por medio de Automatiser se conoce esta empresa, que ya ellos ya habían hecho otros trabajos relacionados con estructuras metálicas, dándonos la confiabilidad estructural para dicho banco.

6.7 Construcción

Con la estructura metálica del banco terminada, se procede a la implementación de la parte mecánica, electrónica y eléctrica. Para esta implementación nos basamos en los planos, diagramas y esquemas realizados por nosotros para tener una guía clara a la hora del ensamblaje.

Terminado el banco se hace una puesta en marcha para determinar que el banco está listo para ser operado.

6.8 Mapa de metodología



7. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y DE CALIDAD

Diseño, fabricación y puesta en marcha del banco para comprobación de caja de accesorios del motor J-85. Con los siguientes sistemas:

-Sistema mecánico: flujo metros, sondas de temperatura, válvulas manuales, mangueras, acoples, eje de engranaje, sensores de presión, estructura de montaje para prueba.

-Sistema eléctrico: motor, fuente, variador de velocidad, conexiones eléctricas.

-Sistema de adquisición de datos: computador, impresora, módulos adquisición datos, instrumentación digital, virtual y desarrollo de software de prueba conforme manual de fabricante de la caja de accesorios.

Tabla 2. Sistema de adquisición de datos

Usos	HERRAMIENTA SOPORTE PARA LA PRUEBA DE LA CAJA DE ACCESORIOS DEL MOTOR J-85, A LAS CUALES SE LE HACE MANTENIMIENTO EN EL TALLER DE J-85, CONFORME ORDEN TÉCNICA OT-25-J85-761/2 SECCIÓN 5
Modelos, estilos y formas	PARÁMETROS; ESTRUCTURA METÁLICA, FABRICADA EN ALUMINIO Y LAMINAS COLD ROLLD, CON DISPOSITIVO DE MONTAJE DE CAJA Y SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS, DISEÑO APROXIMADO DE 1 MT X 1MT
Orígenes, fabricantes, marcas	N/A
Licencias y/o manuales correspondientes	ORDEN TÉCNICA OT-25-J85-761/2 SECCIÓN 5

Fuente: CAMAN

8. CALCULOS

8.1. Calculo Rpm y HP del motor

RPM y Torque de la caja accesorios según Manual T.O. 2J-J85-76-2 para mantenimiento.

- 7088 Rpm Máximas
- 65 lb Torque máximo

P = Potencia, T = Torque, t = tiempo, F = Fuerza, d = distancia, v = velocidad, N = Newton

$$P = \frac{T}{t} \rightarrow \frac{F \times d}{t} \rightarrow F \times v$$

$$P = F \times v$$

$$P = 65lb \times 3600 Rpm$$

$$65 lb \rightarrow ? KN$$

$$1KN \rightarrow 225 lb$$

$$? KN \rightarrow 65 Lb$$

$$65 lb = 0,28 KN$$

$$F = 0,28 KN$$

El piñón del eje de la chumacera es un piñón recto, este va acoplado perfectamente al piñón C de la caja de accesorios, transmitiéndole la potencia para el movimiento del tren de engranajes de la caja, para así poder hacer el respectivo funcionamiento para su mantenimiento.

Figura 13. Piñón del eje de la Chumacera



Fuente: CAMAN

Figura 14. Piñón C de la caja de accesorios



Fuente: CAMAN

La carga aproximada del piñón de la chumacera es de 35N

$$3600 \text{ Rpm} \rightarrow ? \frac{m}{s} \quad D = \text{diametro del eje}$$

$$3600 \left(\frac{2\pi(D)}{60} \right) \rightarrow 3600 \left(\frac{2\pi(0.02)}{60} \right) = 7,53 \frac{m}{s}$$

$$v = 7,53 \frac{m}{s}$$

$$P = F \times v$$

$$P = 0,28 \text{ KN} \times 7,53 \frac{m}{s}$$

$$P = 2,1084 \text{ Kw}$$

$$\text{Kw} = \text{Kilowatt}, \quad \text{HP} = \text{Horsepower}$$

Se convierten los Kw a HP para saber exactamente los caballos de fuerza que necesitamos para nuestro motor.

$$1 \text{ Kw} = 1,34 \text{ HP}$$

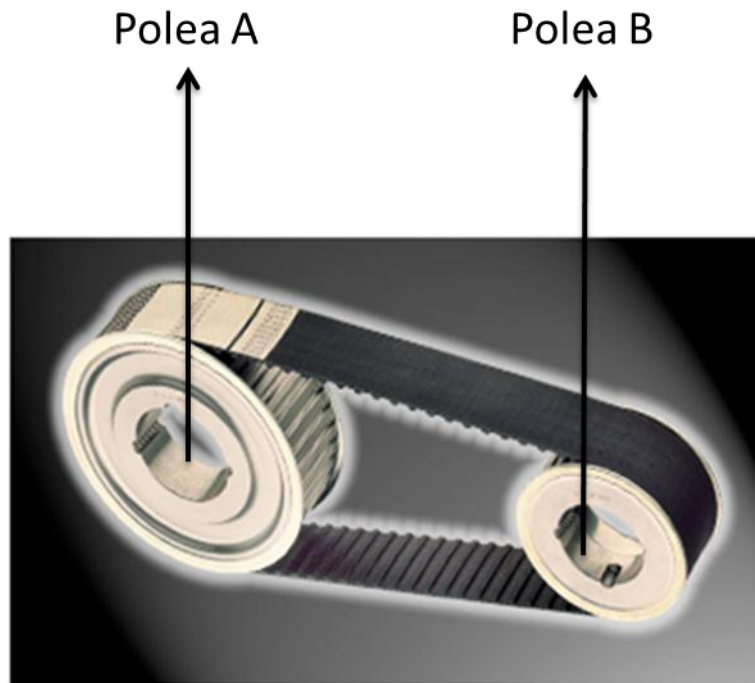
$$P = 2,82 \rightarrow 3 \text{ HP}$$

Redondeando por factor de seguridad y rendimiento la potencia del motor va hacer de $P = 3 \text{ Hp}$

8.1.2 Como se requieren 7.088 Rpm para ser la prueba en altas revoluciones según manual, se necesita de un mecanismo de poleas ya que se tiene un motor que genera 3600 Rpm. Teniendo en cuenta que hay dos poleas dentadas, una de 90 dientes (polea grande motor) y otra de 32 dientes (polea pequeña chumacera) queriendo decir que por esta diferencia de diámetros hay un aumento en las Rpm generadas por el motor.

$$\frac{90}{32} = 2,8125 \rightarrow \text{ganancia de amplitud de Rpm}$$

Figura 15. Poleas dentadas con correa



Fuente: poleas dentadas-industrial de poleas

8.1.3 Por el estudio y cálculos realizados se decidió comprar un motor Asíncrono de 3Hp con 3600 Rpm a 60hz, la eficiencia de este motor es de $\eta = 82,3$ dando unas máximas de 3450 Rpm.

Partiendo de esto podemos concluir que las Rpm máximas en el eje de la chumacera serán de:

$$Rpm_{eje_{max}} = 3450 Rpm \times 2,8125 \text{ amplitud de ganancia}$$

$$Rpm_{eje_{max}} = 3450 Rpm \times 2,8125$$

$$Rpm_{eje_{max}} = 9.703,125 Rpm$$

La polea A que va acoplada al motor tiene una velocidad de 3450 Rpm, transmitiéndole una velocidad a la polea B por medio de la correa, Aumentando la velocidad por su disminución de diámetro de la polea B. Ya que mientras la polea A da una vuelta (360°) la polea B da dos vueltas queriendo decir que aumenta su velocidad.

8.2 Peso en los orificios de los pernos sujetadores

Peso Caja de accesorios = 25 Kg

Cantidad de Pernos Sujetadores = 6

$F = \text{Fuerza}, \quad M = \text{Masa}, \quad G = \text{Gravedad}$

$$F = M \times G$$

$$F = 2,55 \text{ Kg} \times 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 25 \text{ N}$$

La lámina debe soportar 245 N, estableciendo que hay 6 pernos sujetando la caja queriendo decir:

$$F = \frac{25 \text{ N}}{6}$$

$$F = 4,166 \text{ N}$$

Cada orificio de la lámina donde van los pernos deberá resistir una fuerza de 4,166 N. Los tipos de pernos que sujetan la caja son SSC 8.8.

La vibración máxima de la caja es de 0.2 Mills, esta vibración es dada por la compañía GE (General Electric)

$$1 \text{ Mills} \longrightarrow 25,4 \mu\text{m} \longrightarrow 0,0254$$

Espesores Soportes banco dado en milímetros (mm)

- Espesor soporte motor \longrightarrow 12mm
- Espesor soporte Chumacera \longrightarrow 12mm
- Espesor ángulos de la estructura \longrightarrow 12mm
- Espesor placa frontal \longrightarrow 12mm

8.3 MTBF

MTBF = Medium Time Between Failures

TBF = Time Between Failures

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N^{\circ} averias + 1}$$

$$MTBF = \frac{420}{20 + 1}$$

$$MTBF = 20$$

8.4 SIMULACION BANCO DE PRUEBAS ANSYS

Para el desarrollo de la simulación se tomó los siguientes parámetros iniciales.

Tabla 3. Propiedades Mecánicas del acero

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.9e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	NA
Módulo cortante	7.5e+010	N/m ²
Densidad	8000	kg/m ³
Límite de tracción	5.1702e+008	N/m ²
Límite elástico	2.0681e+008	N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica	1.8e-005	/Kelvin
Conductividad térmica	16	W/(m.K)

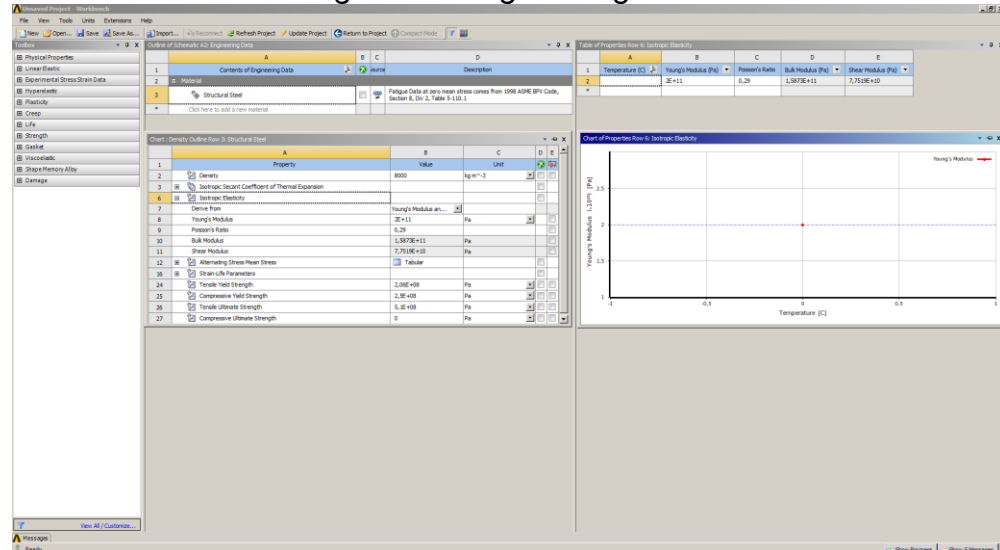
Fuente: Journal, Universidad Nacional, Finite element analysis applied to hip spacers as predictor in the design of surgical instruments.

La simulación se realizó en el programa ANSYS, donde se desarrolló un análisis estructural del banco, mostrando las posibles deformaciones debido a las fuerzas aplicadas sobre el mismo.

Para la simulación en el programa ANSYS se realizaron los siguientes procedimientos:

1. Se dan los valores iniciales (propiedades mecánicas)

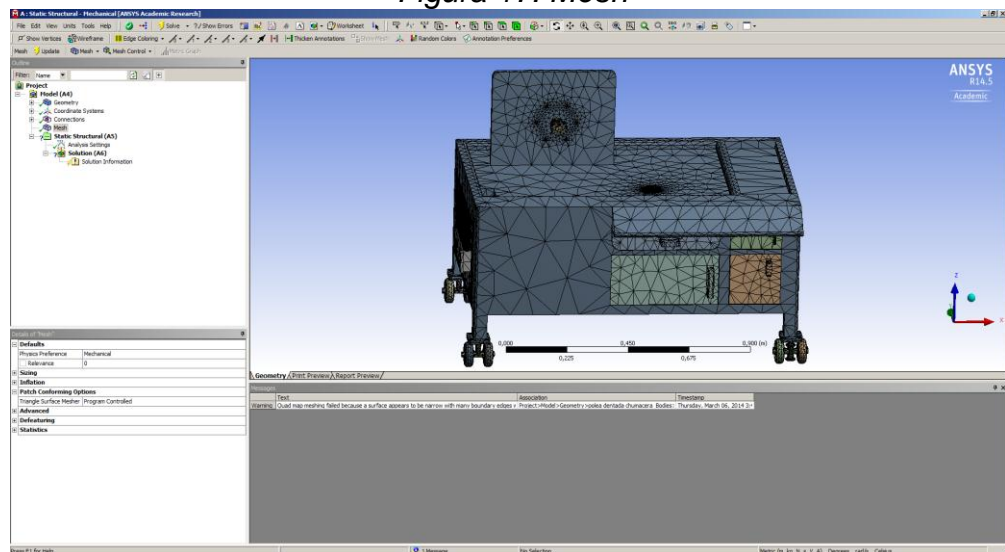
Figura 16. Engineering Data



Fuente: Autor

2. se hace el enmallado de la pieza

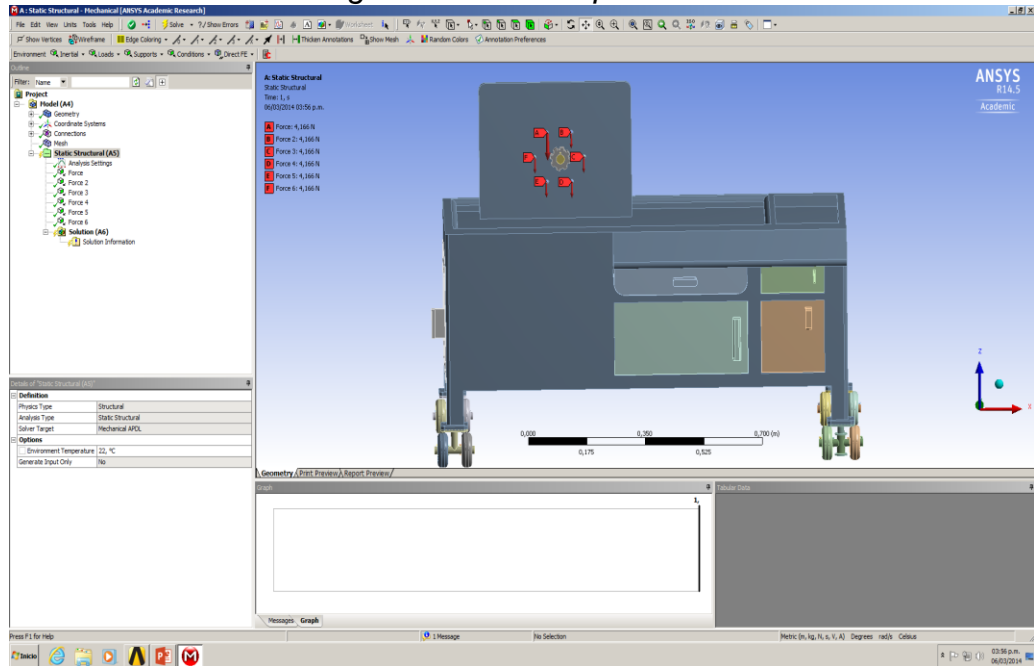
Figura 17. Mesh



Fuente: Autor

3. Aplicación de fuerzas

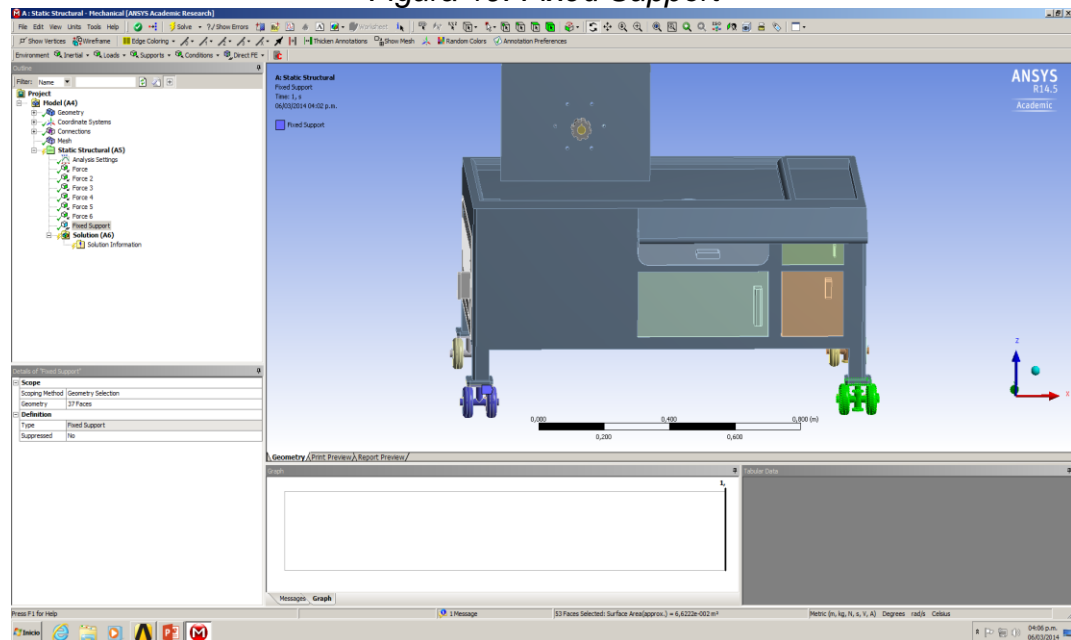
Figura 18. Forces Applications



Fuente: Autor

4. Aplicación de soportes

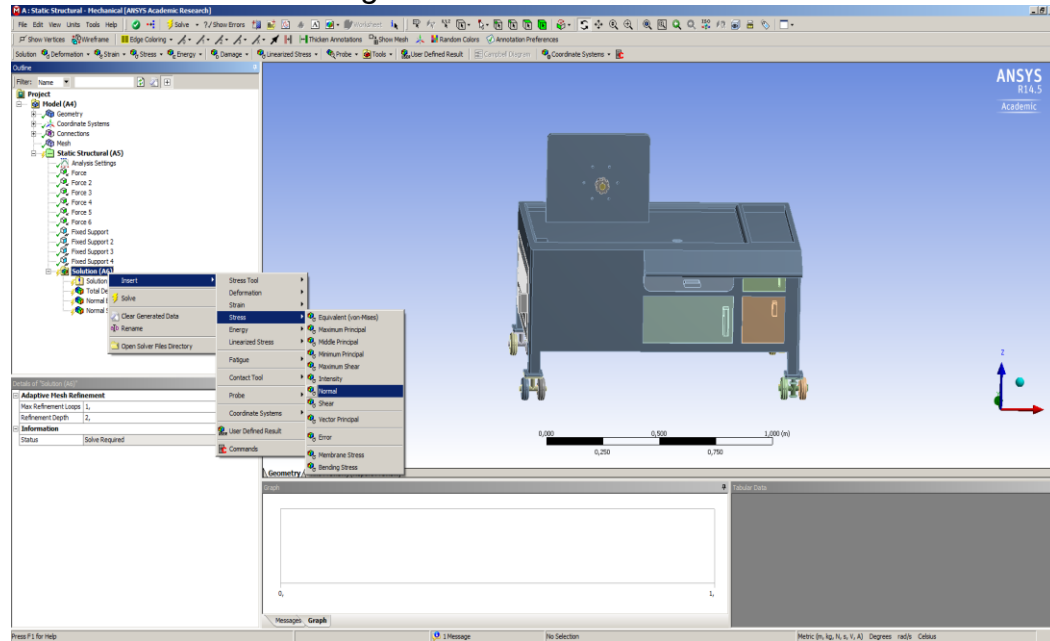
Figura 19. Fixed Support



Fuente: Autor

5. Análisis de deformación total

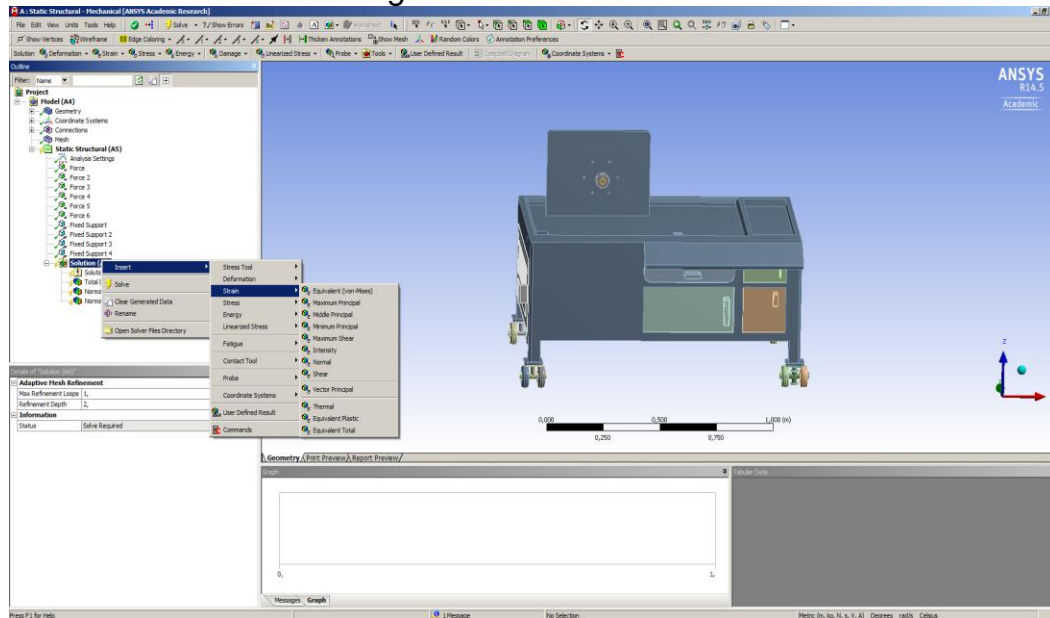
Figura 20. Total deformation



Fuente: Autor

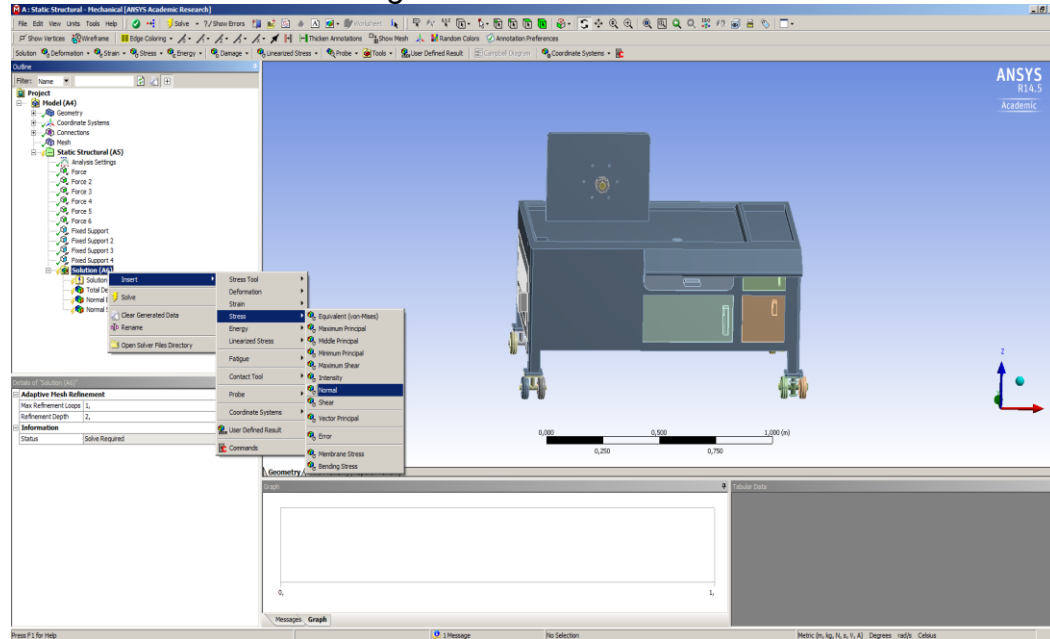
6. Análisis de tensión y esfuerzo de la estructura

Figura 21. Normal Strain



Fuente: Autor

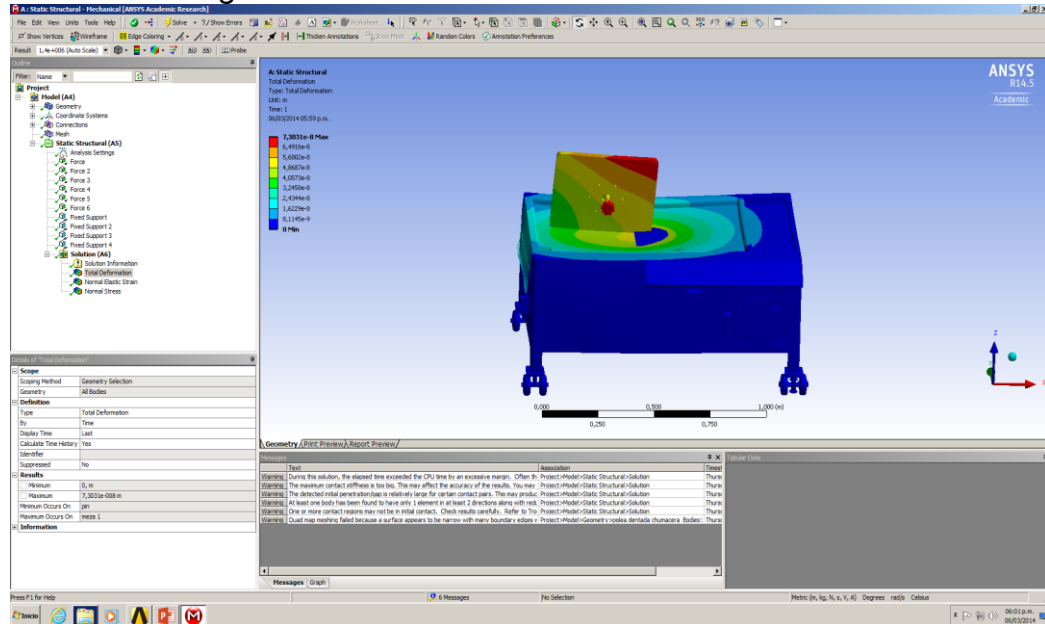
Figura 22. Normal stress



Fuente: Autor

7. Resultado del análisis de deformación total

Figura 23. Análisis deformación de la estructura

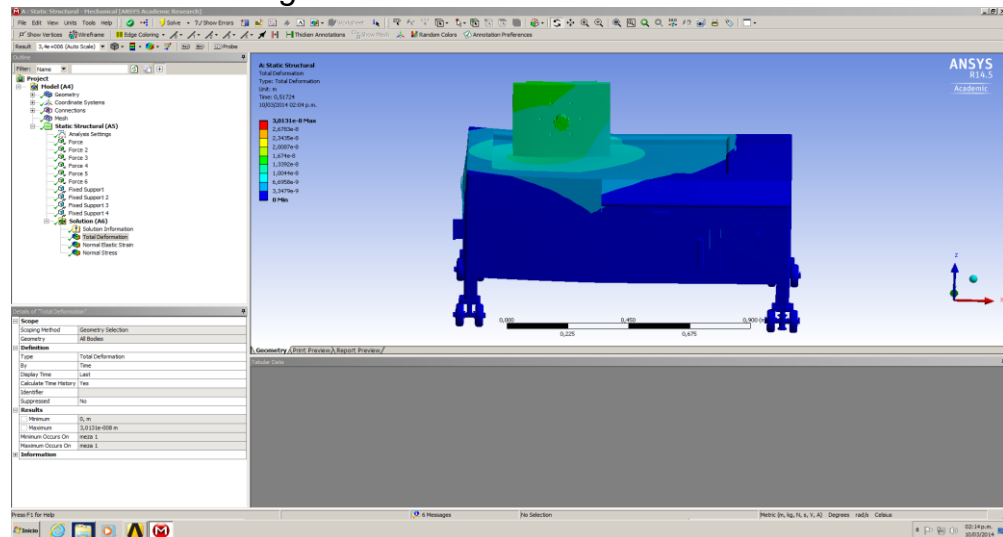


Fuente: Autor

En la figura 23 podemos ver como la estructura se deforma por la fuerza que ejerce la caja de accesorios, mostrando por colores su grado de deformación hasta llegar a la ruptura del material en este caso identificado por el color rojo.

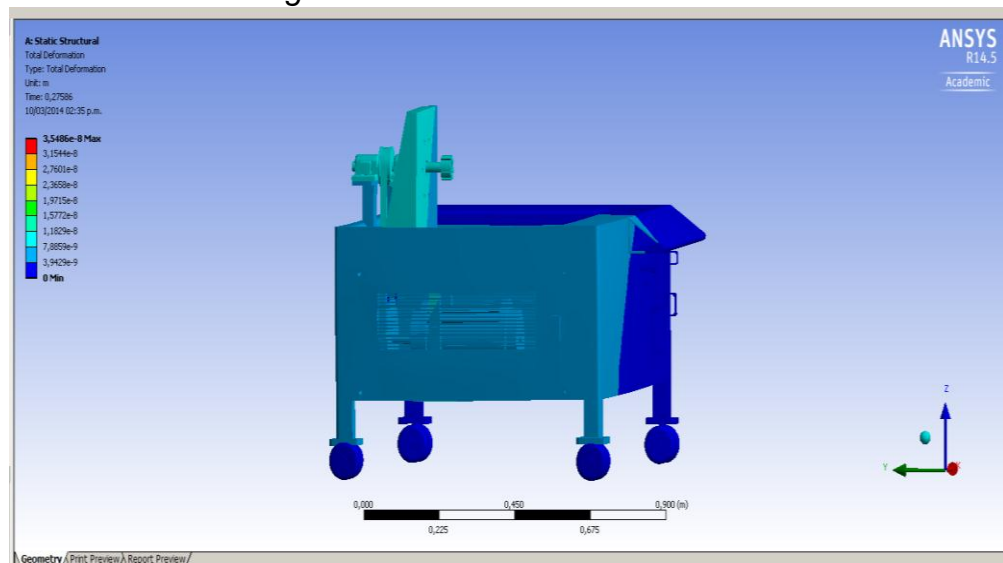
Para mejorar las condiciones estructurales del banco se le hacen refuerzos a la placa donde va sujeta la caja de accesorios y así mismo a la lámina donde se encuentra la placa aumentando su resistencia y rigidez, mostrando una mejora como lo muestra la figura 24 y figura 25.

Figura 24. Análisis Final vista frontal



Fuente: Autor

Figura 25. Análisis Final vista lateral



Fuente: Autor

8.6 Material eje

Se consideró por trabajos ya realizados y estudios por catálogos que el material del eje sería acero 4140, ya que sus propiedades mecánicas, físicas y químicas cumplirían con lo requerido para su funcionamiento; ya que este eje por las altas revoluciones que maneja tendrá cambios de temperatura, concernientes a la fricción a estas velocidades.

Se mostrara a continuación las propiedades del material gracias al catálogo prestado por la empresa SUMITEC, SUMINISTROS TÉCNICOS S.A.

ACERO AISI-SAE 4140 (UNS G41400)

1. Descripción: es un acero medio carbono aleado con cromo y molibdeno de alta templabilidad y buena resistencia a la fatiga, abrasión e impacto. Este acero puede ser nitrurado para darle mayor resistencia a la abrasión. Es susceptible al endurecimiento por tratamiento térmico.

2. Normas involucradas: ASTM 322

3. Propiedades mecánicas:

Dureza 275 - 320 HB (29 – 34 HRc)

Esfuerzo a la fluencia: 690 MPa (100 KSI)

Esfuerzo máximo: 900 - 1050 MPa (130 - 152 KSI)

Elongación mínima 12%

Reducción de área mínima 50%

4. Propiedades físicas: Densidad 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas:

0.38 - 0.43% C

0.75 – 1.00 % Mn

0.80 – 1.10 % Cr

0.15 – 0.25 % Mo

0.15 – 0.35 % Si

0.04 % P máx.

0.05 % S máx.

6. Usos: se usa para piñones pequeños, tijeras, tornillo de alta resistencia, espárragos, guías, seguidores de leva, ejes reductores, cincheles.

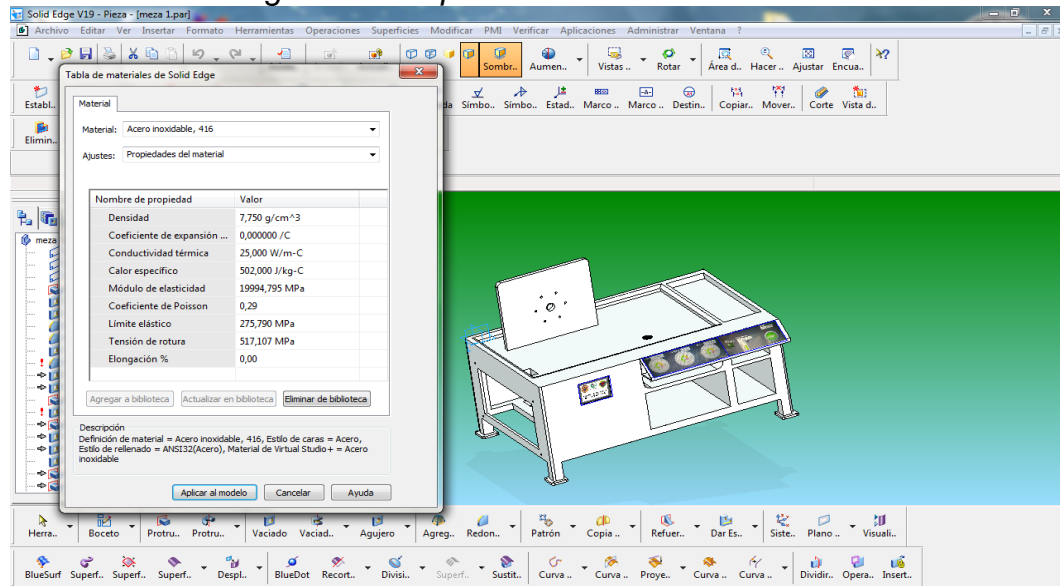
7. Tratamientos térmicos: se austeniza a temperatura entre 830 - 850 °C y se da temple en aceite. El revenido se da por dos horas a 200°C para obtener dureza de 57 HRc y si se da a 315°C la dureza será de 50 HRc. Para recocido se calienta entre 680 – 720°C con dos horas de mantenimiento, luego se enfría a 15°C por hora hasta 600°C y se termina enfriando al aire tranquilo. Para el alivio de tensiones se calienta entre 450 – 650°C y se mantiene entre ½ y 2 horas. Se enfría en el horno hasta 450°C y luego se deja enfriar al aire tranquilo.

8.7 Material estructura

Para el material de la estructura del banco se hizo un análisis en el mismo programa que se diseñó (*Solid edge*), ya que este nos arroja los datos de peso, densidad, elongación, tensión, con el material que deseamos usar.

En este caso el material que se va usar es acero inoxidable SAE 410 con la ayuda de la ficha técnica AISI / SAE Austenítico 304 - Martensíticos 410-420 de la empresa ACEROS INDUSTRIALES ver en Anexo F.

Figura 26. Propiedades físicas del material



Fuente: Autor

9. PRESUPUESTO

Para el desarrollo del proyecto del banco de pruebas de la caja de accesorios del motor J-85, la Fuerza Aérea Colombiana dispone un valor de 44'500.000, el cual ya fue previamente estudiado los recursos de fabricación, humanos, materiales y componentes de dicho banco.

Vale recalcar que la entidad subcontrato a la empresa Automatiser por motivos de legalidad interna de la fuerza y por automatización del banco, el cual nosotros estuvimos en todo el proceso de diseño, instalación y puesta en marcha del banco de pruebas.

Tabla 4. Precios componentes para la construcción del banco de pruebas

Nombre	Marca	Valor
MOTOR	SIEMENS	794.000
VARIADOR DE VELOCIDAD	SIEMENS	698.000
FLUJOMETRO	GPI	320.000
SENSOR DE PRESION	OMEGA	360.000
SISTEMA DE ADQUISICION MODULO 1, MODULO 2, MODULO 3.	NATIONAL INSTRUMENTS	4.805.000
CONTACTOR	GENERAL ELECTRIC	155.000
Relé	SCHRACK	95.000
IMPRESORA	SAMSUNG	220.000
COMPUTADOR	ASUS	720.000
SOFTWARE GEARBOX		3.620.000
ESTRUCTURA METALICA		5.950.000
COMPONENTES MECANICOS (CHUMACERA, POLEAS, CORREA, EJE)		623.000
ACCESORIOS ELECTRICOS, ELECTRONICOS		996.200
	TOTAL	19.356.200

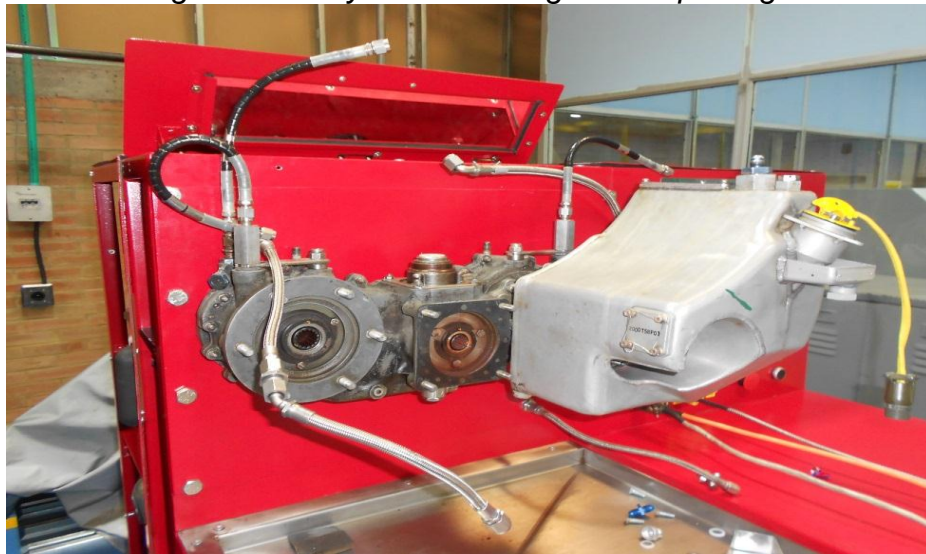
Fuente: Catálogos (dependiendo la entidad por componente)

10. IMPACTO SOCIAL

Con el diseño y elaboración de este proyecto ahorraremos gran cantidad de dinero en el mantenimiento y reparación de la caja de accesorios, así como tiempo y en algunos casos se podrá dar una respuesta más concreta a las fallas que puede presentar la caja de accesorios. de esta forma los recursos que no se utilizan o que se pueden recuperar por dicho banco pueden destinarse para distintas partes como lo son el desarrollo tecnológico, capacitaciones, material (herramienta), entre otras; para el bienestar y mejoramiento de la fuerza aérea de nuestro país. Debemos también recalcar que esto también puede influir en la salud del personal aeronáutico ya que al hacer el trabajo actual con las herramientas actuales se ha presentado que el técnico pueden ocasionar accidentes de trabajo como los son:

✓ **Proyección de fragmentos:**
Comprende aquellas lesiones originadas por partículas voladoras desprendidas de máquinas.

Figura 27. Proyección de fragmentos por fuga



Fuente: Taller J-85 CAMAN

Figura 28. Aviso Precaución proyección de fragmentos



Fuente: <https://www.google.com/proyección de fragmentos>

✓ Atrapamientos:

Son aquellos accidentes que se sufren tanto por quedarse atrapados entre dos elementos de una máquina como por el vuelco de un vehículo u otras máquinas, que dejan al trabajador/a sin poder moverse.

Figura 29. Atrapamiento por engranajes



Fuente: <https://www.google.com/atrapamientoconengranajes>.

Figura 30. Aviso precaución atrapamiento por engranajes



Fuente: <https://www.google.com/atrapamientoconengranajes>.

✓ **Sobreesfuerzos:**

Lesiones como consecuencia de una mala o incorrecta manipulación de cargas o movimientos mal efectuados

Figura 31. Sobre esfuerzos por levantamiento de piezas



Fuente: taller J-85 CAMAN

✓ Contactos

Pueden ser: térmicos, eléctricos y sustancias corrosivas.

- Térmicos: es fácil intuir que estos se producen por contacto de temperaturas extremas (tanto positivas como negativas) que alcanzan objetos que entran en contacto con cualquier parte del trabajador/a.
- Eléctricos: Accidentes producidos por la electricidad.
- Sustancias corrosivas: Ocasionan lesiones externas.

Figura 32. Riesgo por contacto eléctrico



Fuente: [https://www.google.com/Riesgo eléctrico](https://www.google.com/Riesgo%20el%C3%A9ctrico)

Figura 33. Aviso precaución por contacto eléctrico



Fuente: Riesgo eléctrico

Con la puesta en marcha y elaboración de este banco se solucionaría o se evitarían muchos de estos problemas que actualmente posee la industria no solo aeronáutica si no general.

11. CRONOGRAMA DE DESARROLLO



FUERZA AEREA COLOMBIANA FICHA TÉCNICA DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

PERSPECTIVA	OBJETIVO ESPECÍFICO	NOMBRE INICIATIVA	DATOS BÁSICOS	DESCRIPCIÓN	ALCANCE	FRECUENCIA SEGUIMIENTO	RESPONSABLE	COSTO TOTAL INICIATIVA
Partes Interesadas	Desarrollar la industria aeronáutica a través del convenio PEGASO	Diseño y elaboración del banco de pruebas para la caja de accesorios del motor J-85.		Implementación de pruebas funcionales en el overhaul de la caja de accesorios del motor J85.	FAC	Mensual	GRUAI -ESCOM	

CRONOGRAMA

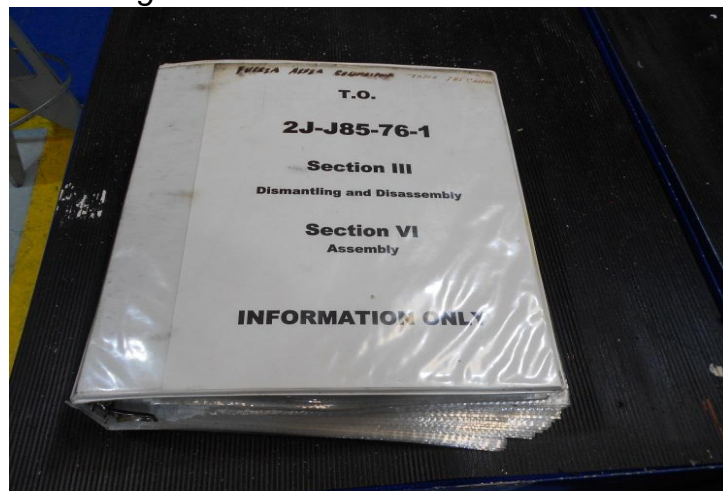
ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO ESPERADO	RESPONSABLE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	% PESO	% PROGRAMADO DE AVANCE	% EJECUCIÓN FÍSICA DEL PERÍODO	RECURSOS FINANCIEROS
		TOTAL							0,00
Diseño preliminar	diseño y realización de planos eléctricos e hidráulicos para el banco de pruebas	Diseño para ejecutar la elaboración, presentado en software como solid egde, catia	TENIENTE FORERO	1 de marzo de 2013	28 de marzo de 2013	10%	I Mes 80% II Mes 20%		
Análisis del banco	análisis de presiones, temperaturas según el manual para la elaboración	elaboración del banco según resultados de los análisis de presión y temperatura	TENIENTE FORERO	29 de marzo de 2013	2 de mayo de 2013	15%	II Mes 100%		
elaboración y manufactura del banco (dependiendo asignación de recursos de la Fuerza Aérea)	construcción del banco con los ítems mencionados anteriormente	Banco de pruebas	TENIENTE FORERO	2 de mayo de 2013	2 de junio de 2013	20%	III Mes 80% IV Mes 20%		
funcionamiento del banco	demonstrar su debido funcionamiento, cumpliendo con los requerimientos de análisis según el manual	Desarrollo de pruebas del Banco, calibrado para su buen funcionamiento	TENIENTE FORERO	2 de junio de 2013	15 de julio de 2013	15%	IV Mes 80% V Mes 20%		
realización de documentación del banco de pruebas	creación del manual operativo y funcional del banco	manual operacional del banco de pruebas de la caja de accesorios	TENIENTE FORERO	15 de julio de 2013	1 de agosto de 2013	30%	V Mes 100%		
entrega del banco	presentación del banco	entrega del banco de la caja de accesorios	TENIENTE FORERO CAPITAN CARRILLO	1 de agosto de 2013	31 de agosto de 2013	10%	VI Mes 100%		
						100%			
OBSERVACIONES:						Versión del formato:	2	Fecha:	25-Nov-2009
El diligenciamiento de este formato aplicará para la parametrización de iniciativas estratégicas en el Sistema de Información "Strategos", su actualización o reprogramación.									

12. PROCESO DE DISEÑO

Debido al problema que hemos mencionado anteriormente, se empezó a desarrollar la idea de un banco de pruebas, el cual podamos tener un resultado del 100% de confiabilidad a la hora de hacer una reparación o mantenimiento de la caja de accesorios.

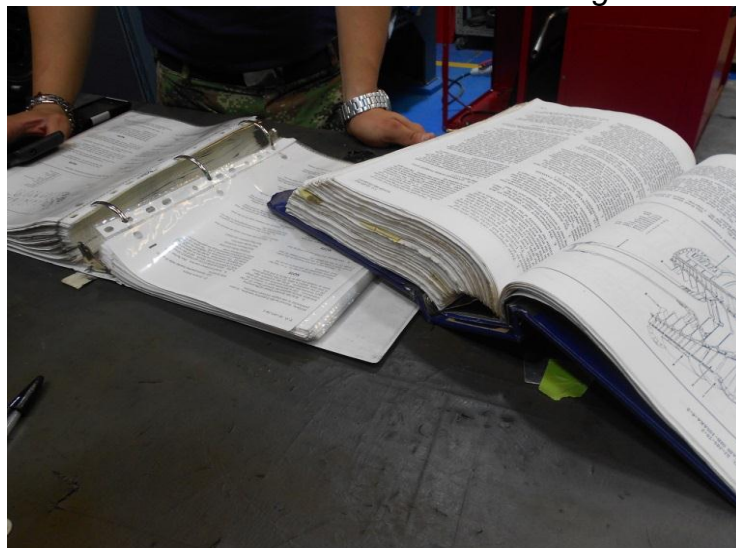
Para el desarrollo del proceso de diseño, se empieza primero a indagar y observar como es el funcionamiento de la caja de accesorios para empezar con una idea al diseño que se requiere, con la ayuda de manuales, operarios del taller J-85.

Figura 34. Manual de mantenimiento



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Figura 35. Manuales de mantenimiento Dismantling and Disassembly



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Teniendo un concepto claro del funcionamiento, observamos cómo era la reparación y mantenimiento de la caja de accesorios, donde los operarios tenían herramienta no muy adecuada para dicho trabajo, también percatándonos de que no tenían buena maniobrabilidad a la hora de hacer el mantenimiento, ya que la caja de accesorios no tenía ningún dispositivo que lo sujetara.

Figura 36. Herramienta para acople y revoluciones del Piñón C



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Figura 37. Herramienta presión de aire con manómetro



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

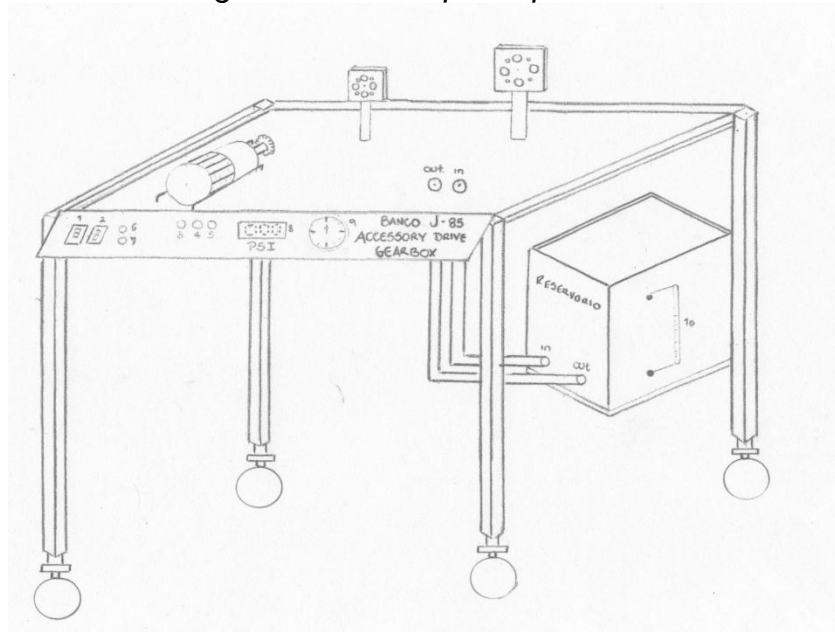
Figura 38. Herramienta presión de aire con manómetro



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

Con estos conceptos claros empezamos a ser nuestros primeros bocetos, teniendo en cuenta los requerimientos del manual de mantenimiento de la caja y con ayuda de los operarios su fácil manejo a la hora de trabajar.

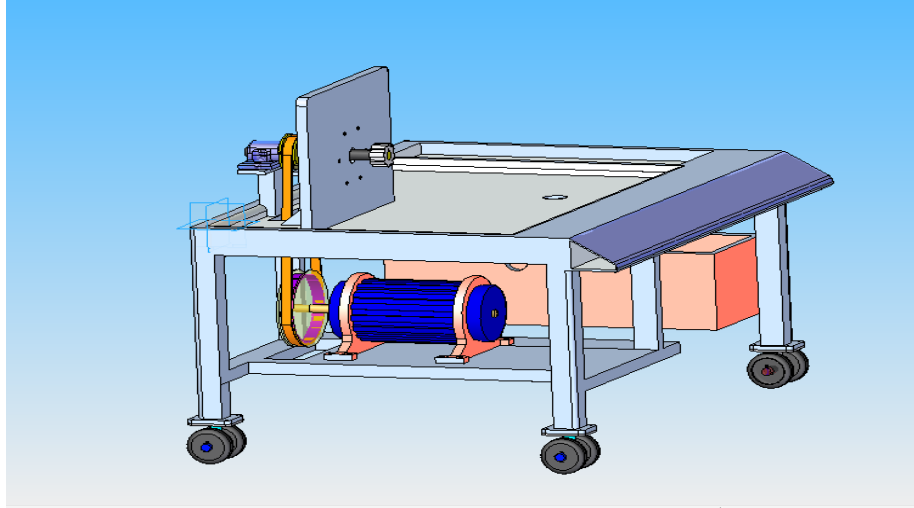
Figura 39. Primer prototipo Banco



Fuente: Estudiante de Ingeniería Aeronáutica (David Londoño, Duvan Méndez)

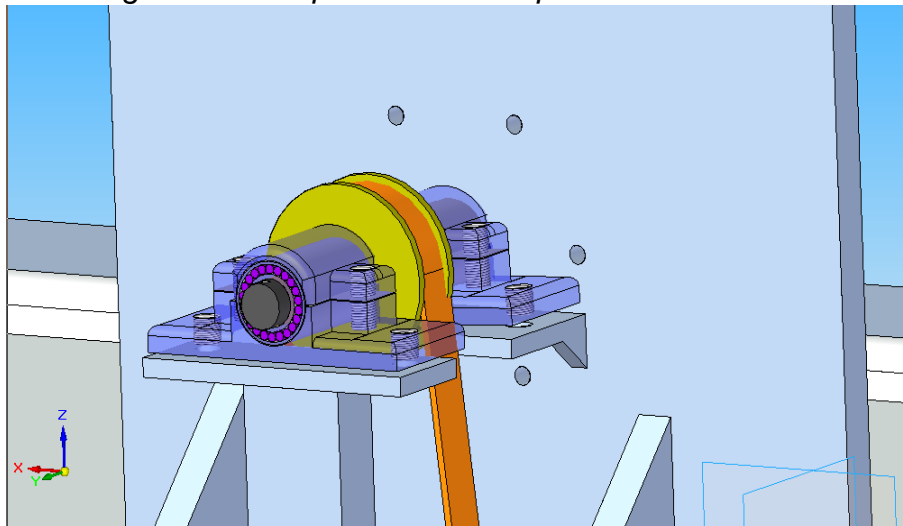
Con el primer prototipo que se propuso nos percatamos que necesitaríamos una sección de transmisión, el cual aumentara las revoluciones generadas por el motor, ya que se necesitan 7088 Rpm para realizar una de las pruebas según manual. Como resultado evitándonos un motor más costoso, más grande y al mismo tiempo una estructura más grande y rígida. Teniendo en cuenta esto, se propuso otro diseño ya en sistema CAD, como lo es Solid Edge.

Figura 40. Segundo prototipo banco vista lateral Solid edge



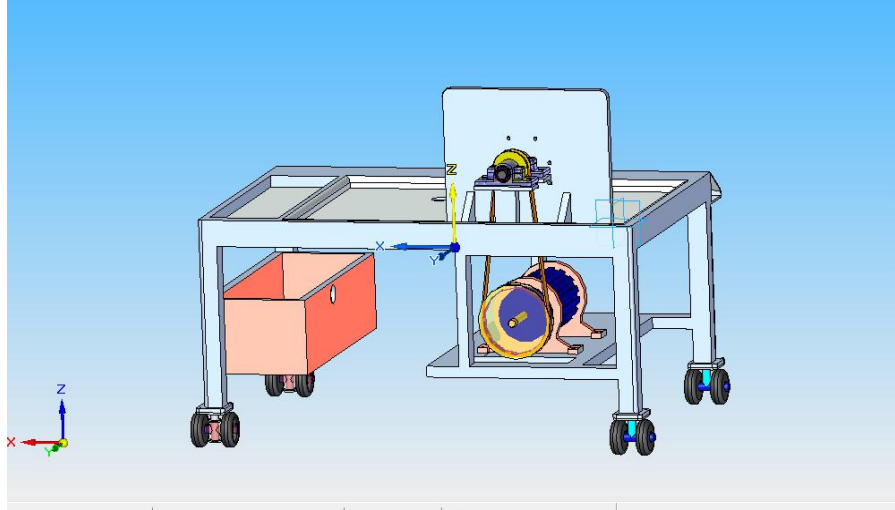
Fuente: Solid edge (vista lateral)

Figura 41. Segundo Prototipo banco vista posterior chumacera Solid edge



Fuente: Solid edge (vista trasera-chumacera)

Figura 42 Prototipo 1 banco vista posterior

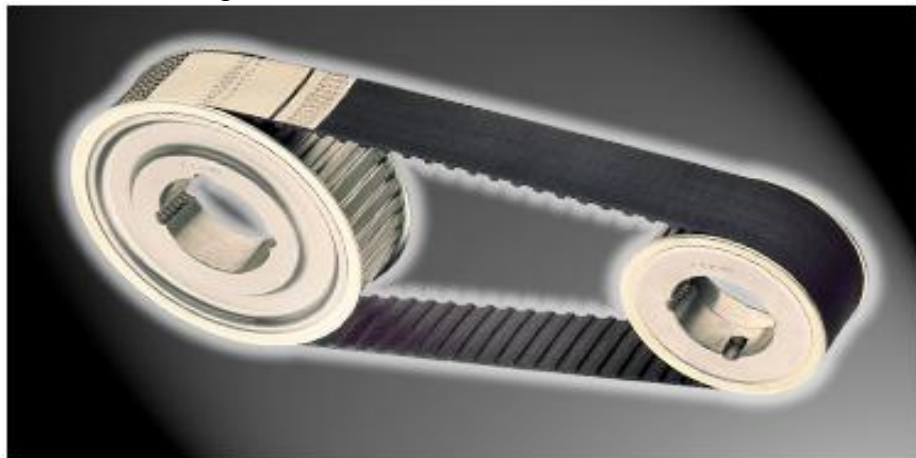


Fuente: Solid edge (vista trasera)

Con el sistema de poleas, se decide utilizar poleas dentadas igualmente que la correa, ya que con este sistema no hay pérdidas de Rpm, porque no hay deslizamiento entre la polea y la correa.

Para tener un aumento en las Rpm del motor se utiliza una transmisión de polea grande a una polea pequeña, en este caso la polea grande tiene 90 dientes y la polea pequeña 32, teniendo una ganancia de amplitud de 2,8 que se mostró anteriormente en los cálculos.

Figura 43. Poleas dentadas con correa



Fuente: poleas dentadas-industrial de poleas

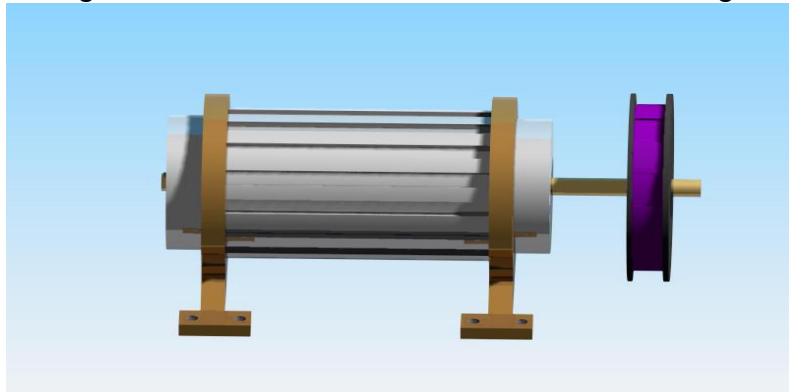
Para el prototipo final se mejoran partes de la estructura garantizando más rigidez, así mismo la seguridad en cuanto a que si la correa por desgaste o cualquier imprevisto se rompa, no genere daños a los operarios o al mismo banco, procediendo hacer todas las piezas en el programa a escoger.

Se utilizó el programa CAD (*COMPUTER-AIDED DESIGN*, DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA) el programa escogido fue de *SOLID EDGE* versión ST3 y ST5, ya que estos fueron los programas que se manejaron en algunas materias vistas en el transcurso de la carrera, y que por su facilidad de manejo permite una integración y creación de cada componente de dicho banco. Además los autores de este proyecto manejaban este programa con fluidez en la creación de piezas y el ensamble de ellas y era de fácil acceso en las instalaciones de la fundación universitaria los libertadores en la cual se dictaron clases enfocadas a dicho programa y que gracias a ello se convirtió en una herramienta básica y esencial en el desarrollo de este proyecto con el fin de hacer el diseño del banco de una manera más fácil y detallada para la observación detallada del banco en cuanto a planos ver ANEXO A.

Desarrollo del proyecto:

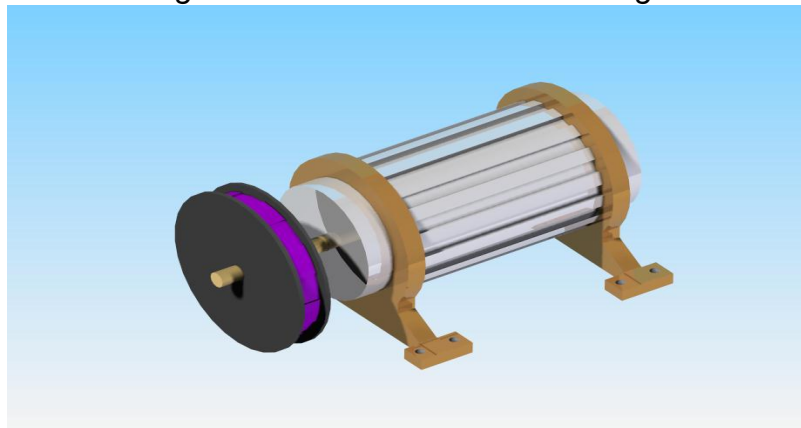
- ✓ Motor con polea

Figura 44. Motor eléctrico vista lateral Solid edge



Fuente: *Solid edge* (vista lateral)

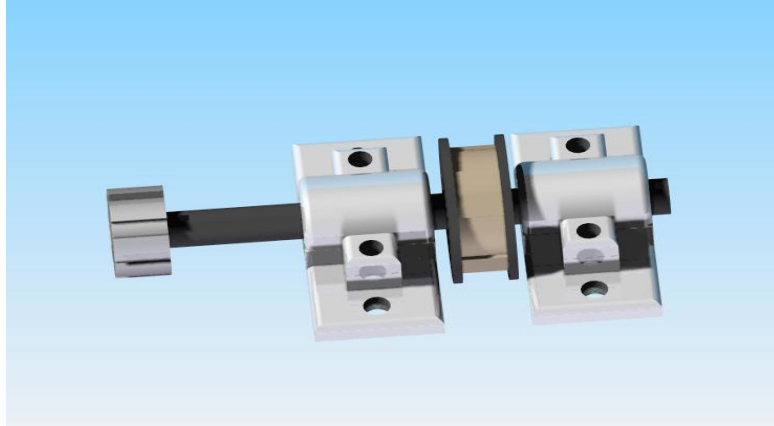
Figura 45. Motor eléctrico Solid edge



Fuente: *Solid edge*

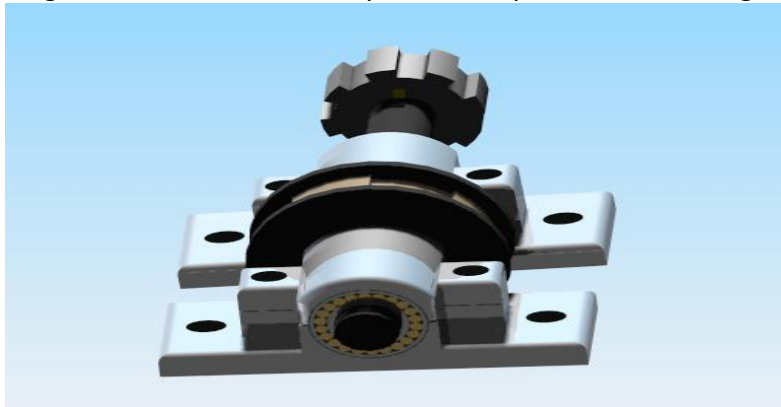
- ✓ Chumacera con polea

Figura 46. Chumacera con polea vista superior Solid edge



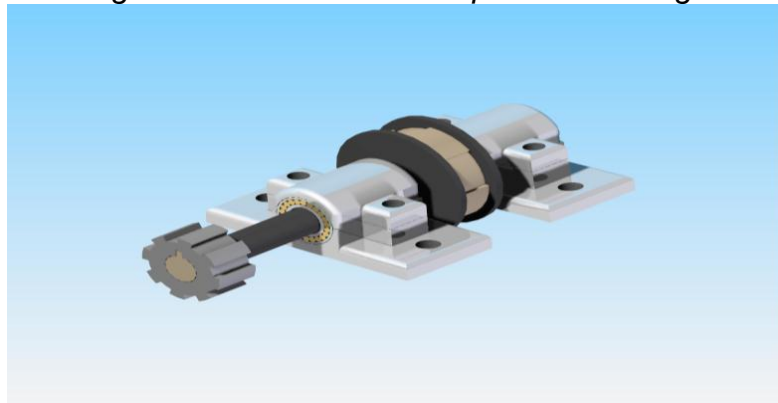
Fuente: Solid edge (vista superior)

Figura 47. Chumacera con polea vista posterior Solid edge



Fuente: Solid edge (vista trasera)

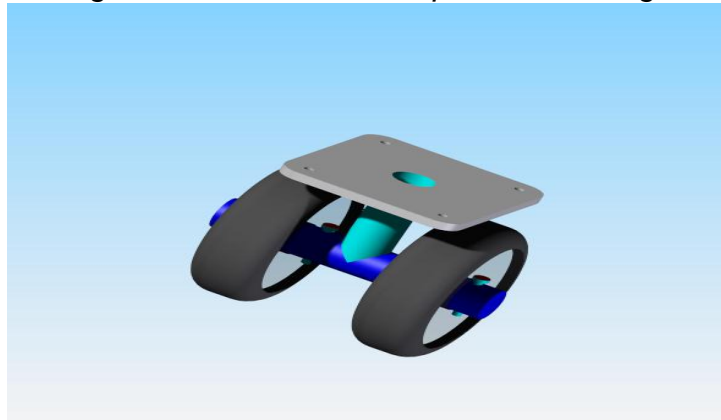
Figura 48. Chumacera con polea Solid edge



Fuente: Solid edge

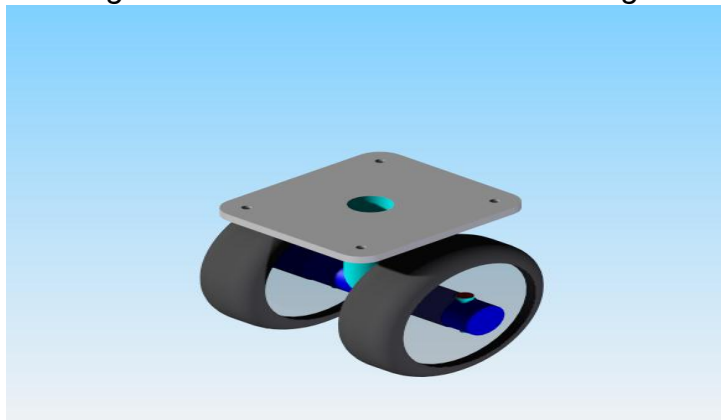
✓ Ruedas

Figura 49. Rueda vista Superior Solid edge



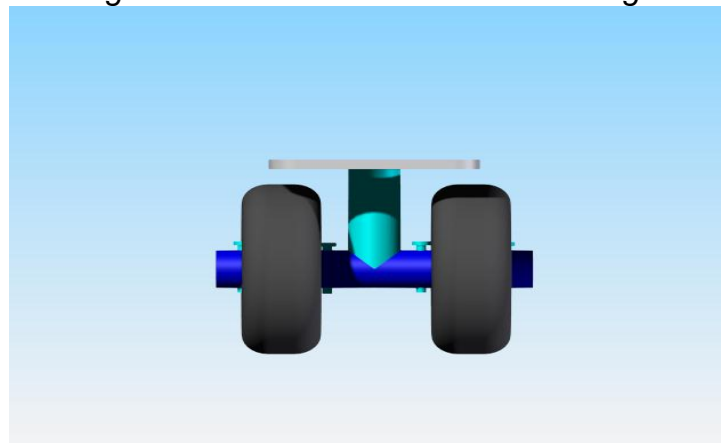
Fuente: *Solid edge* (vista superior)

Figura 50. Rueda vista lateral Solid edge



Fuente: *Solid edge* (vista lateral)

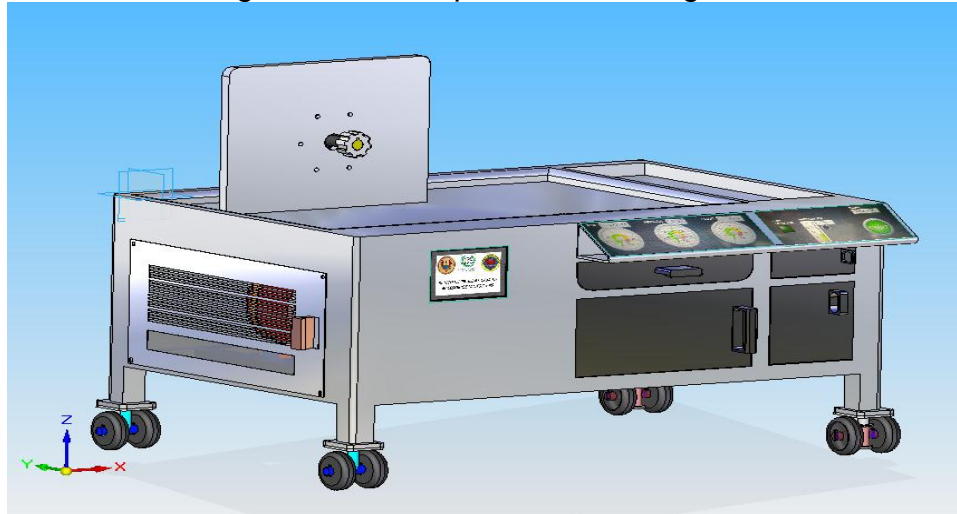
Figura 51. Rueda vista frontal Solid edge



Fuente: *Solid edge* (vista frontal)

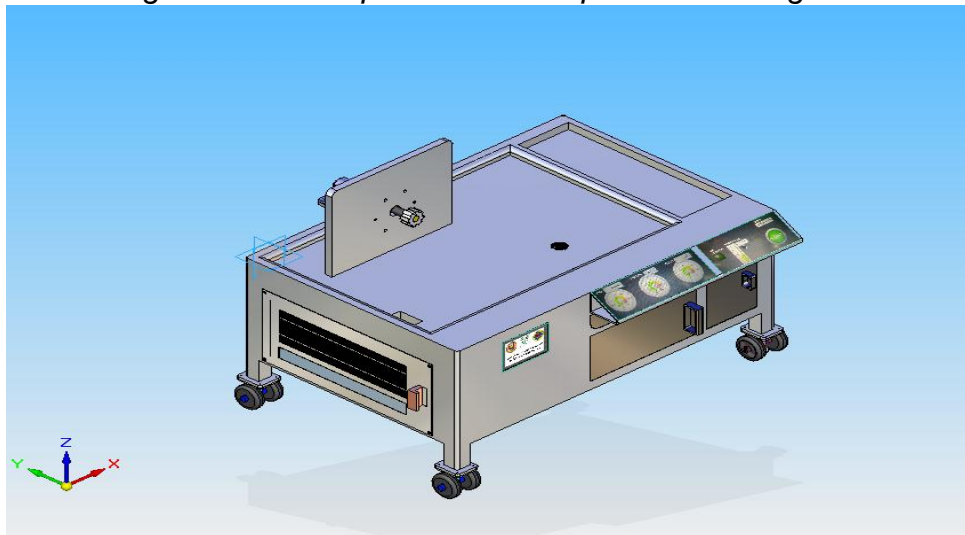
- ✓ Estructura Prototipo final

Figura 52. Prototipo final Solid edge



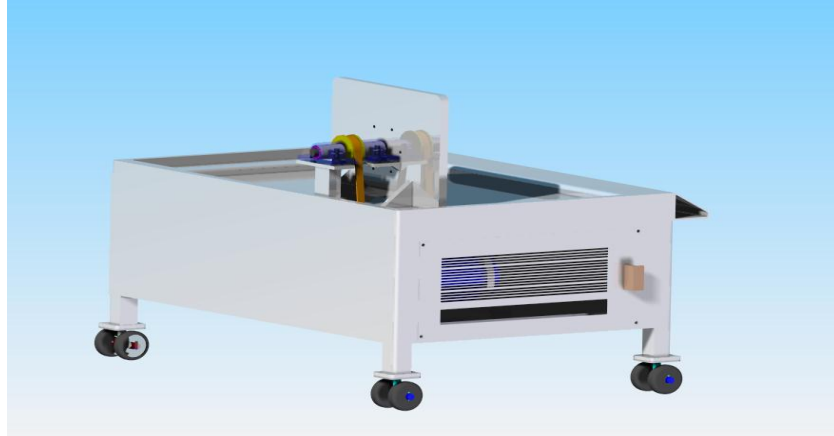
Fuente: Solid edge

Figura 53. Prototipo final vista superior Solid edge



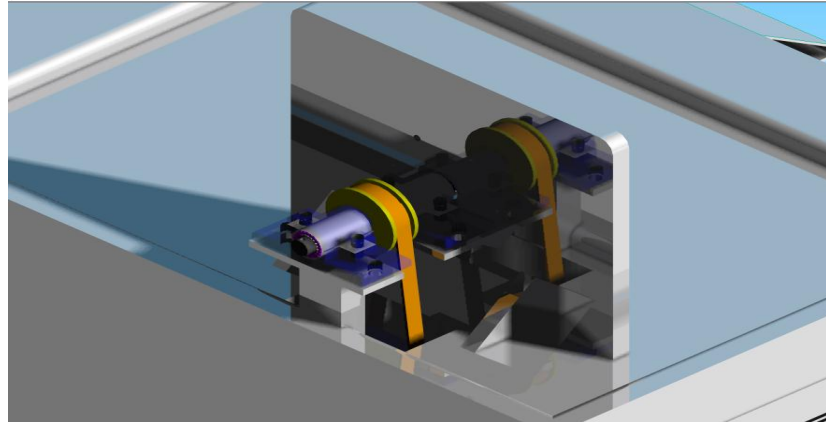
Fuente: Solid edge (vista superior)

Figura 54. Prototipo final vista lateral Solid edge



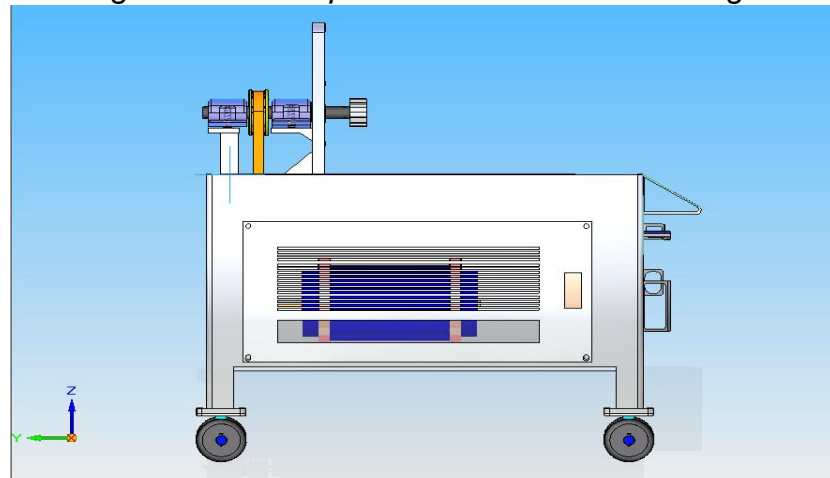
Fuente: Solid edge (vista lateral)

Figura 55. Prototipo final chumacera vista posterior Solid edge



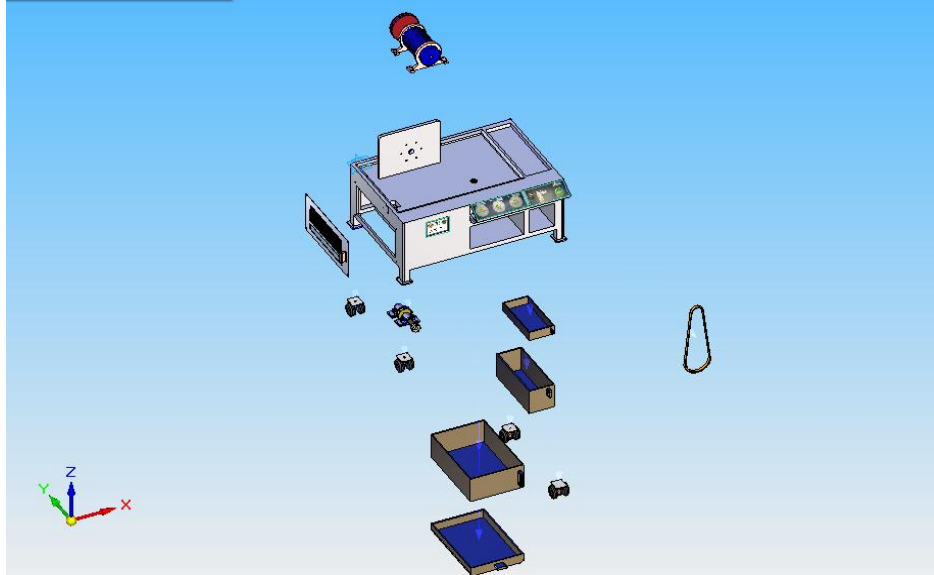
Fuente: Solid edge

Figura 56. Prototipo final vista lateral Solid edge



Fuente: Solid edge (vista lateral)

Figura 57. Prototipo final protusionado Solid edge



Fuente: *Solid edge* (explosionado)

13. ELABORACIÓN BANCO DE PRUEBA PARA LA CAJA DE ACCESORIOS DEL MOTOR J-85 DEL AVIÓN A37-B DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

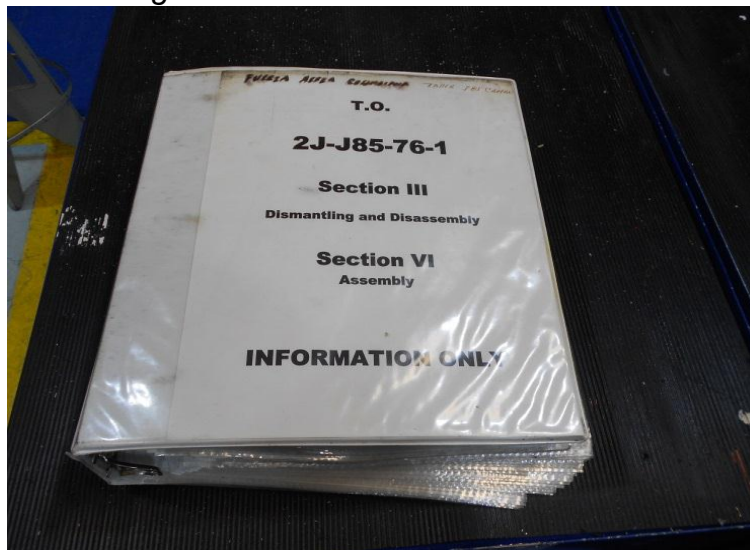
NOTA: El siguiente desarrollo de diseño y elaboración estuvo presente en su totalidad La empresa Automatiser ya que la Fuerza Aérea Colombiana requirió del servicio de un tercero. Dicha empresa contaba con la infraestructura y tecnología necesaria para la elaboración de este banco. Vale recordar que el proyecto realizado por los estudiantes de ingeniería aeronáutica de los libertadores fue apoyado por dicha empresa en cuanto a los trabajos de automatización, Igualmente el diseño anterior realizado por los estudiantes fue modificado por la empresa ya que esta colocaría nuevos componentes en el banco para una toma de datos automatizada de la caja de accesorios.

Los estudiantes y elaboradores del proyecto estuvieron en su totalidad en la construcción del banco y puesta en marcha.

Informes de desarrollo y construcción:

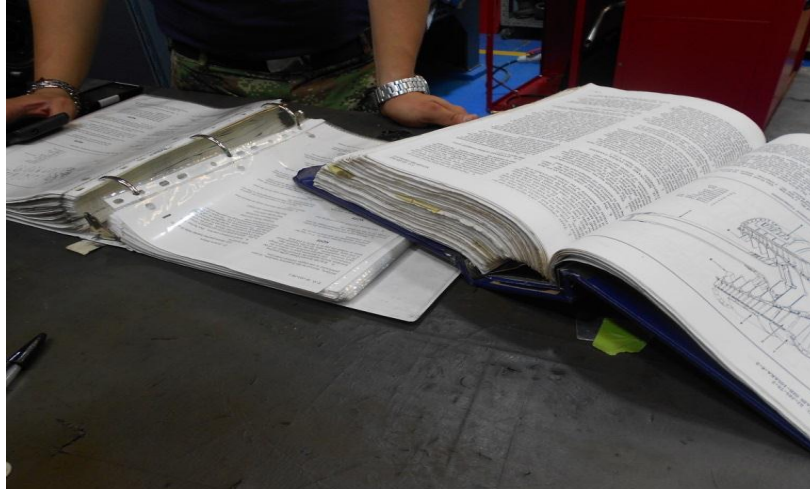
1. Primero se hizo el estudio de funcionamiento de la caja de accesorios (su operación, mantenimiento, fallas, etc.) basándonos en manuales, registros taller j-85 (CAMAN), Libros, documentación técnica y se inició el proceso de estudio. Información sobre componentes utilizados en el banco de pruebas se encuentran detalladamente en el ANEXO D.

Figura 58. Manual de mantenimiento



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

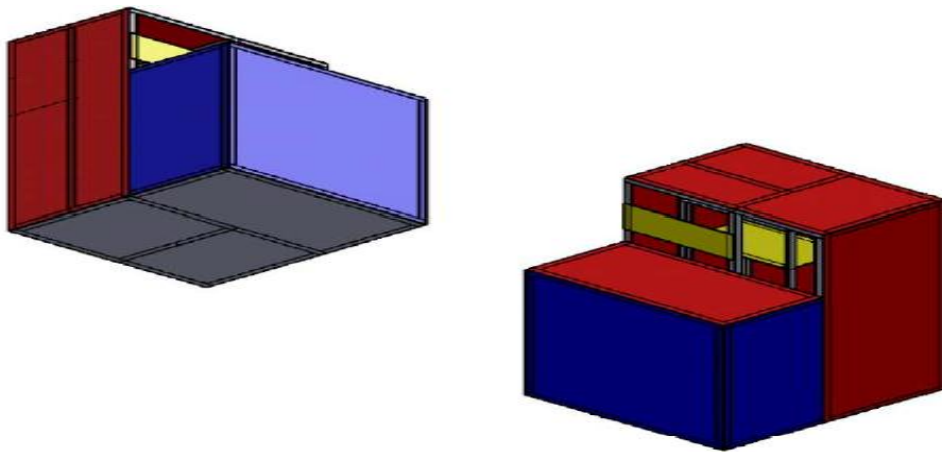
Figura 59. Manuales de mantenimiento Dismantling and Disassembly



Fuente: CAMAN. (Taller J-85)

2. Ya teniendo claro el funcionamiento, operación de la caja se empezó a hacer el diseño. Se procedió a recuperar la caja de accesorios mediante planilla 192AIS/13, para levantamiento de Planos de conexión, estructura portante del banco, plantillas de acople. Procedimos a elaborarlo en el programa solid egde para tener las medidas exactas para dicha elaboración.

Figura 60. Pre-diseño



Fuente: Autocad

3. Ya teniendo el prototipo elaborado en el programa (*solid edge*), se empezó a elaborar en balsa para tener una idea clara en físico y así poder hacerle algunos cambios para una mejora de este.

Figura 61. Diseño en balsa a escala



Fuente: Automatiser

3. Toma de medidas para la elaboración del eje y piñón

Figura 62. Toma de medidas engranajes caja de accesorios



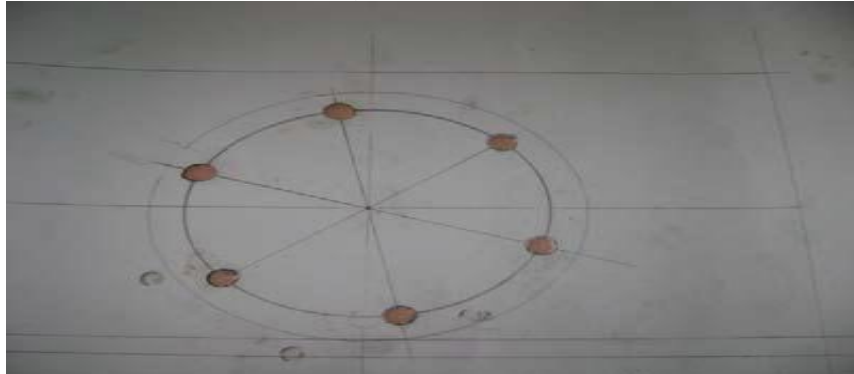
Fuente: Taller Automatiser (caja de accesorios)

Figura 63. Toma de medidas parte generador- Arrancador de la caja de accesorios



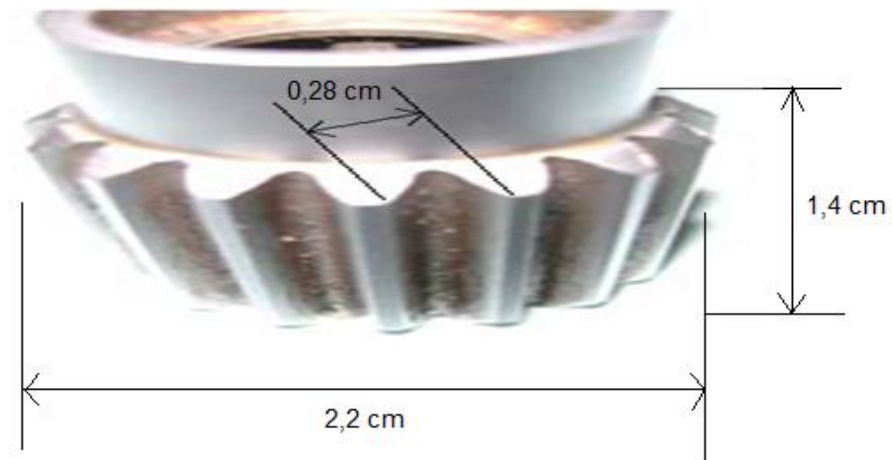
Fuente: Taller Automatiser (caja de accesorios)

Figura 64. Toma de medidas parte generador- Arrancador de la caja de accesorios



Fuente: Taller Automatiser (Generador-Arrancador)

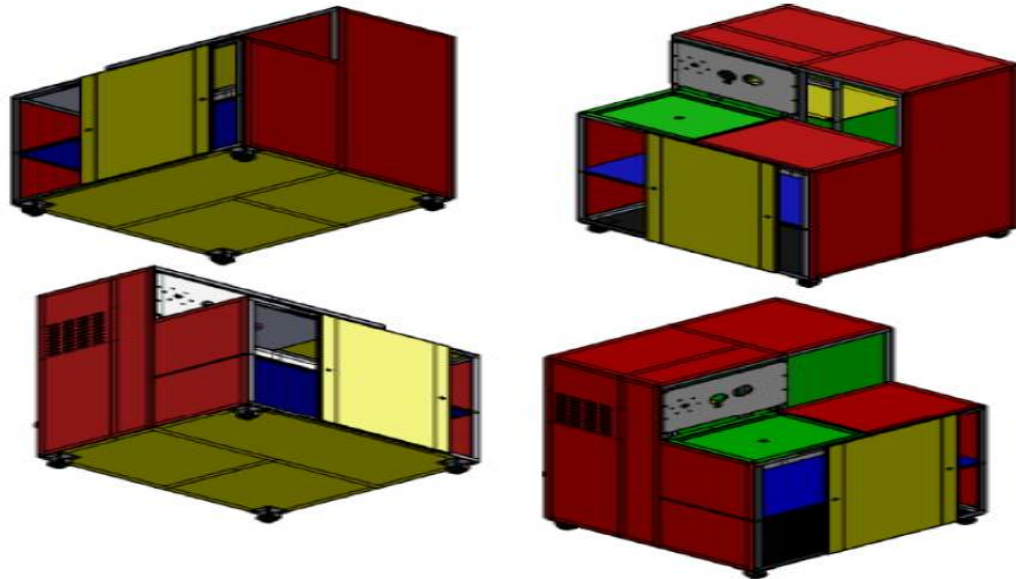
Figura 65. Toma de medidas piñón



Fuente: Taller Automatiser (Piñón)

4. Se hacen algunos cambios al pre-diseño, así finalizando el diseño de la estructura del banco, la cual se manda a construir a la empresa ya que su fuerte es la construcción de estructuras metálicas.

Figura 66. Estructura del banco

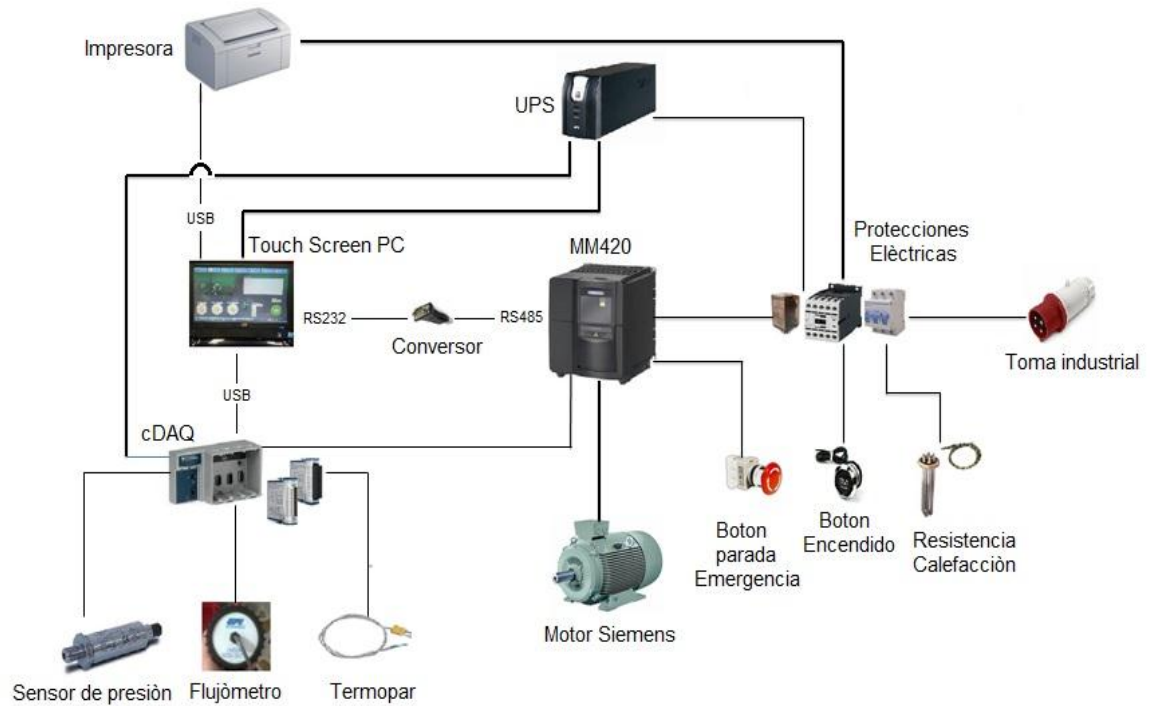


Fuente: Autocad (Estructura banco)

5. Así mismo se hace el esquema general del sistema eléctrico del banco, teniendo una organización clara de este para tener un montaje rápido y eficaz. Mientras estaba en proceso la construcción de la estructura del banco, se procedió a la adquisición del sistema eléctrico, electrónico, mecánico, sistema de cómputo, sistema de adquisición de señales.

Para la adquisición del sistema electrónico como los módulos de *National Instruments* se adquieren del exterior (EEUU).

Figura 67. Esquema general sistema eléctrico



Fuente: Estudiantes de ingeniería Aeronáutica (David Londoño, Duvan Méndez)

Figura 68. Módulos National Instruments



Fuente: National Instrument

Figura 69. Micromaster siemens



Fuente: Automatiser (Micromaster siemens)

Figura 70. UPS Mtek



Fuente: Automatiser (UPS Mtek)

Figura 71. Contactor General Electric



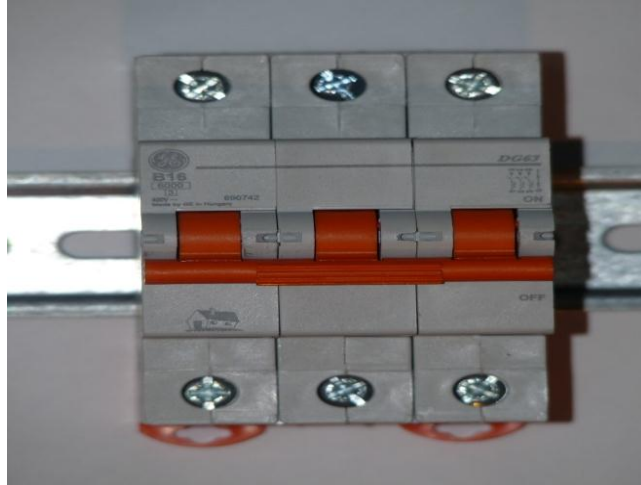
Fuente: Automatiser (Contactor)

Figura 72. Rele sherack



Fuente: Automatiser (Rele sherack)

Figura 73. Circuit braker General Electric



Fuente: Automatiser (circuit braker ge)

Figura 74. Pantalla digital touch Asus



Fuente: Automatiser (pantalla Asus)

Figura 75. Motor eléctrico



Fuente: Automatiser (Motor eléctrico)

Figura 76. Chumacera



Fuente: Automatiser (Chumacera)

Figura 77. Flujo metro GPI



Fuente: Automatiser (Flujo metro Dpi)

6. Ya teniendo lista la adquisición de materiales eléctricos, electrónicos y el de cómputo, se realizó una visita a la empresa para una toma de datos y verificar que la estructura se estuviera realizando de acuerdo a los planos entregados.

Figura 78. Avance de la estructura metálica del banco



Fuente: (estructura banco)

Figura 79. Esqueleto de la estructura metálica del banco



Fuente: (estructura banco)

7. Entrega de la estructura del banco

Figura 80. Estructura del banco finalizada



Fuente: Automatiser (estructura banco)

Figura 81. Estructura del banco finalizada



Fuente: Automatiser (estructura banco)

8. Ya con la estructura del banco finalizada, se empezó a colocar la parte mecánica, como lo es el motor eléctrico, chumacera, engranajes y la correa de repartición.

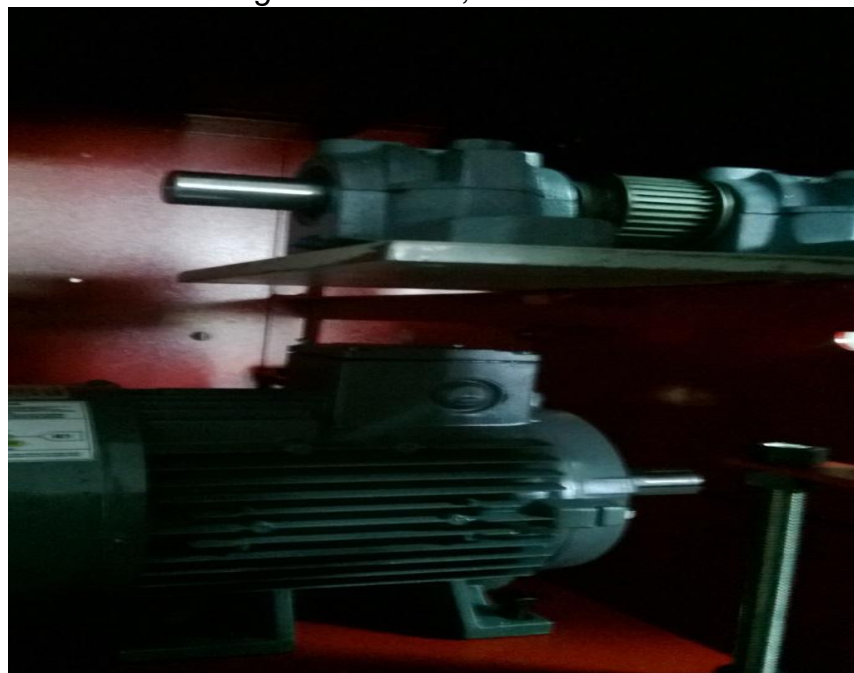
Para la ensamble del motor con el engranaje se tuvo en cuenta el ajuste para que este no se saliera al momento que el motor girara.

Figura 82. Motor con polea instalándose



Fuente: Automatiser (Motor-engranaje)

Figura 83. Motor, Chumacera



Fuente: Automatiser (Motor-chumacera)

Figura 84. Sistema mecánico (Motor, Chumacera, Corre de repartición)



Fuente: Automatiser (Motor-chumacera, correa)

Figura 85. Sistema mecánico (Motor, Chumacera, Corre de repartición)



Fuente: Automatiser (Motor-chumacera, correa)

9. Ya instalado y dando inicio al motor con la chumacera y la correa, para pruebas, se pudo analizar que la plaqueta donde se encuentra instalada la chumacera, tenía exceso de vibración y ruido. El cual requería de un refuerzo por las vibraciones generadas por las altas revoluciones del motor.

Figura 86. Refuerzo chumacera



Fuente: Automatiser (Refuerzo chumacera)

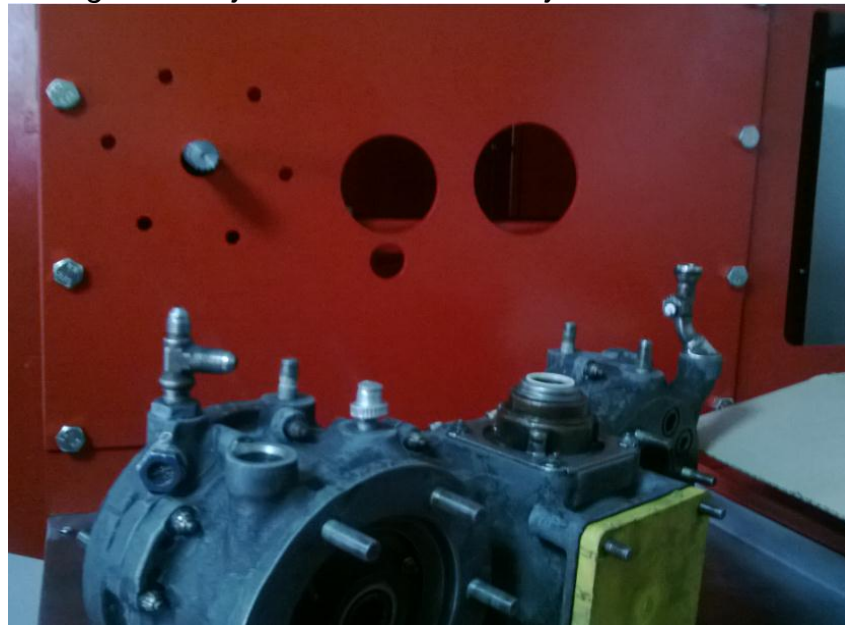
Figura 87. Sección mecánica con el refuerzo (Motor, Chumacera, Correa de repartición)



Fuente: Automatiser (Refuerzo chumacera, correa)

10. Cabe recalcar que cuando se hizo la instalación de la chumacera se hizo un ajuste, el cual era que el eje de la chumacera tenía q coincidir perfectamente con el eje de la estructura y así mismo este con el eje de la caja de accesorios. Como podemos ver en la imagen el eje de la chumacera se encontraba más arriba del eje de la estructura, para este problema que surgió lo que se hizo fue disminuir a la base de la chumacera, así el espesor se esté disminuía y casaba con el eje de la estructura.

Figura 88. Eje chumacera con el eje de la estructura



Fuente: Automatiser (Eje chumacera)

11. Con la corrección anterior se procedió a instalar la caja de accesorios para percatarnos de que casara perfectamente el eje de la chumacera con el eje de la caja de accesorios.

Figura 89. Eje chumacera incide con la abertura de la estructura y al mismo tiempo con el eje de la caja de accesorios.



Fuente: Automatiser (Eje chumacera)

11. Teniendo ya montada la caja de accesorios, se observó detalladamente los dientes del eje de la chumacera con los de la caja de accesorios, que no quedaran desnivelados, forzados y desajustados. Se procedió al montaje del sistema de cómputo. Pero antes de instalar el sistema de cómputo “pantalla”, se colocó un caucho alrededor de los bordes de la estructura para minimizar la vibración que llegue a la pantalla, produciendo daños en esta.

Figura 90. Instalación sistema de cómputo a la estructura



Fuente: Automatiser (sistema de cómputo)

Figura 91. Instalación sistema de cómputo a la estructura



Fuente: Automatiser (sistema de cómputo)

12. Con el sistema mecánico y de cómputo instalado, nos dirigimos a los planos eléctricos para dicha instalación.

nota: Los planos eléctricos no se pueden publicar por motivos de restricción de la Fuerza Aérea Colombiana.

Figura 92. Sistema de cómputo instalado



Fuente: Automatiser (sistema de cómputo)

13. Teniendo claro los planos eléctricos, se procede a la instalación de los componentes. Para la instalación del *Micromaster* se utilizaron tornillos con sus respectivas arandelas y tuercas, mientras que para el relé, circuit breaker, contactor y los módulos de *National Instrument* se instalan en un riel metálico como lo muestra la imagen.

- Instalación de *Micromaster*, relé, circuit breaker, contactor.

Figura 93. Sistema eléctrico (Micromaster "siemens", Contactor "General Electric", Relé sherack, circuit breaker "General Electric")



Fuente: Automatizer (sistema eléctrico)

- Instalación módulos *National Instruments*

Figura 94. Módulos National Instruments



Fuente: Automatizer (Módulos National Instrument)

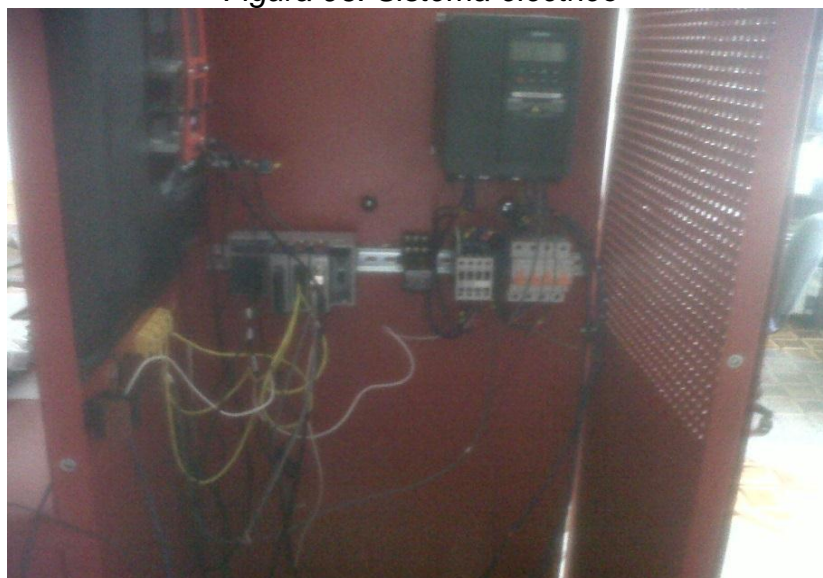
14. Instalados los componentes electrónicos y eléctricos, se empezó al cableado correspondiente al plano. Todos los cables fueron marcados con cable termoencogible para identificarlos a la hora de un mantenimiento programado o un imprevisto.

Figura 95. Cable termoencogible-secador



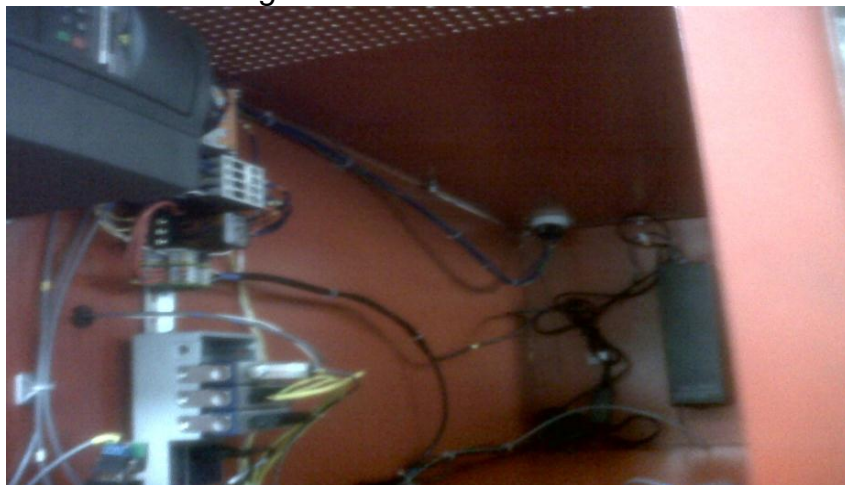
Fuente: google (cable termoencogible-secador)

Figura 96. Sistema eléctrico



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

Figura 97. Sistema eléctrico



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

Figura 98. Cableado sistema eléctrico



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

Figura 99. Cableado sistema eléctrico



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

15. Se siguió cableando donde está el motor y al mismo tiempo se instaló el flujometro, para un mayor orden y estética en el cableado, se le colocó bridas plásticas.

Figura 100. Sistema eléctrico



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

Figura 101. Instalación flujometro



Fuente: Automatiser (Flujo metro)

Figura 102. Sistema eléctrico organizado con bridas plásticas



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

Figura 103. Sistema eléctrico



Fuente: Automatiser (Sistema eléctrico)

16. Teniendo el cableado finalizado, instalamos la toma trifásica conectándola a la ups.

Figura 104. Instalación UPS Mtek y toma trifásica



Fuente: Automatiser (UPS)

17 Ya finalizada la instalación eléctrica, se procedió hacer ajustes en la estructura, como lo es los bordes de las tapas, colocando caucho para reducirle el ruido de la vibración generada por el motor. Para este proceso se utilizó un avellanador, Martillo, pegante bóxer y caucho.

Figura 105. Proceso de instalación del caucho para minimizar el ruido por las vibraciones generadas por el motor.



Fuente: Automatiser

Figura 106. Proceso de instalación del caucho para minimizar el ruido por las vibraciones generadas por el motor.



Fuente: Automatiser

Figura 107. Proceso de instalación del caucho para minimizar el ruido por las vibraciones generadas por el motor.



Fuente: Automatiser

Figura 108. Instalación del caucho en las tapas de la estructura del banco



Fuente: Automatiser

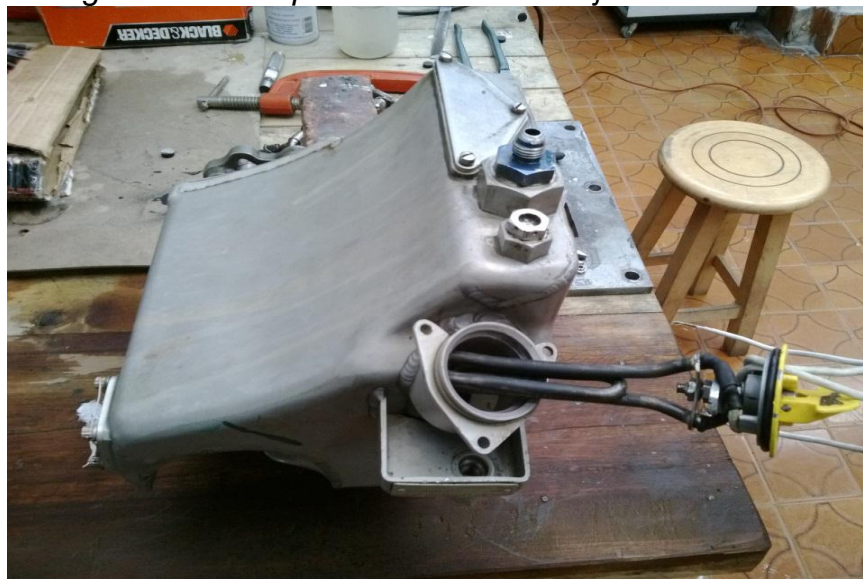
18 Para la toma de datos en la temperatura de aceite del tanque, se hizo una resistencia eléctrica para el aumento de temperatura para las diferentes pruebas que se le realizan según el manual.

Figura 109. Resistencia eléctrica del tanque de aceite de la caja de accesorios.



Fuente: Automatiser

Figura 110. Tanque de aceite de la caja de accesorios



Fuente: Automatiser

19. Se instala una lámpara de luz blanca para que el técnico pueda tener buena visibilidad para determinar si los sellos de carbón quedaron bien instalado, observar que no hay fugas “lagrimeo” en la prueba por medio de un espejo situado en la parte superior del banco. También a la hora de hacer su mantenimiento respectivo.

Figura 111. Instalación de lámpara para la sección mecánica del banco



Fuente: Automatiser

Figura 112. Instalación de lámpara para la sección mecánica del banco



Fuente: Automatiser

Figura 113. Espejo de observación a la parte posterior de la caja de accesorios.



Fuente: Automatiser

20. Se le coloca grasa a las ruedas de las puertas para q tengan un buen funcionamiento a la hora de abrir y cerrar.
También cabe recalcar que a toda la tornillería instalada en el banco se le aplico sellante Loctite “traba roscas”, esta ayuda a que no se desajuste el tornillo o perno.

Figura 114. Sellante loctite “traba roscas”



Fuente: Automatiser

Figura 115. Engrase balineras de las puertas de la estructura del banco



Fuente: Automatiser

21. Ya teniendo el sistema eléctrico, mecánico se procede a configurar el sistema de cómputo para las operaciones asignadas para el mantenimiento correspondiente según manual.

Figura 116. Configuración del sistema de cómputo



Fuente: Automatiser

22. Banco terminado

Por último se instala un tanque en la parte superior de la caja de accesorios, el cual simula los cojinetes número 1, número 2, número 3 del motor, esto es para hacer la prueba de aceleración y funcionamiento real de la caja de accesorios, simulando como si estuviera en operación.

Nota: los apoyos visuales del desarrollo y operación durante el mantenimiento correspondiente a la caja de accesorios en el banco de pruebas se encuentra en el "anexo C".

Figura 117. Banco de pruebas Finalizado



Fuente: CAMAN

Con la finalización del banco se cumplen los requerimientos del manual como:

- 1. Observar fugas en los sellos de carbón**
- 2. Observar presiones (no haya perdidas, sobrepresiones)**
- 3. Observar Temperatura**
- 4. Flujos**
- 5. Sobre-Velocidad**
- 6. Limallas (chip detector)**
- 7. RPM (según manual debe hacerse a diferentes RPM la prueba)**

Teniendo en cuenta estos Ítems, terminada la prueba se llenara un formato como lo muestra el ANEXO E, que actualmente ya ha está siendo ejecutada en el taller. Este formato es para información de la caja según su reparación o mantenimiento respectivo, para un registro y control de esta.

14. CONCLUSIONES

1. Con este banco de pruebas se logra cumplir una de las necesidades más notorias en la reparación o mantenimiento de las cajas de accesorios del motor J-85, en cuanto a su confiabilidad, ahora siendo el 100% de confiabilidad en su reparación y mantenimiento de este accesorio.
2. Con la implementación del banco se brinda comodidad al operario teniendo mayor maniobrabilidad y facilidad de operación a la hora de hacer su respectivo mantenimiento, garantizando una reducción en el tiempo del proceso de reparación de la caja, ya que anteriormente se tardaba más al no tener este sistema, generando un índice de confiabilidad alto en el resultado del mantenimiento.
3. Gracias a este banco de pruebas los operarios tienen una gran seguridad al hacer su respectivo mantenimiento o reparación debido a que la caja de accesorios está sujeta y acoplada al banco, permitiendo que esta no se caiga afectando al operario; o al mismo tiempo dañándose el componente.
4. Este banco de pruebas brinda además de seguridad al técnico una gran ventaja en la disminución de costos debido a que evita el envío de la caja de accesorios al exterior a *hoverhaul*, influyendo así mismo que el tiempo de mantenimiento sea más corto.
5. Se logró demostrar que el banco de pruebas de la caja de accesorios del MOTOR J-85 apuro al avance del actual desarrollo investigativo y tecnológico de la fuerza aérea de la base CAMAN siendo motivación en este campo para nosotros los estudiantes de Ingeniería Aeronáutica de la fundación universitaria los libertadores.

15. BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio, tesis y otros trabajos de grado. Séptima actualización. Bogotá: ICONTEC, 2012.

MANUAL T.O. 2J-J85-76-1 Section III *Dismantling and Disassembly*

MANUAL T.O. 2J-J85-76-1 Section IV Assembly

MANUAL T.O. 2J-J-85-76-2 NAVAIR 02B-105AKA-6-2

SHIGLEY, RICHARD G. BUDYNAS y J. Keith Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de shigley. Parte 2-6, Parte 3-13, 14,15

ROBERT L. MOTT, Diseño de elementos de máquinas

ROBERT L. NORTON, Diseño de maquinaria. Capítulo 9, Capitulo 11.

www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/PARTE%20%20PRIMERA%20-%20Definiciones.pdf

www.encyclopedia.us.es/index.php/Historia_de_la_AeronA1utica

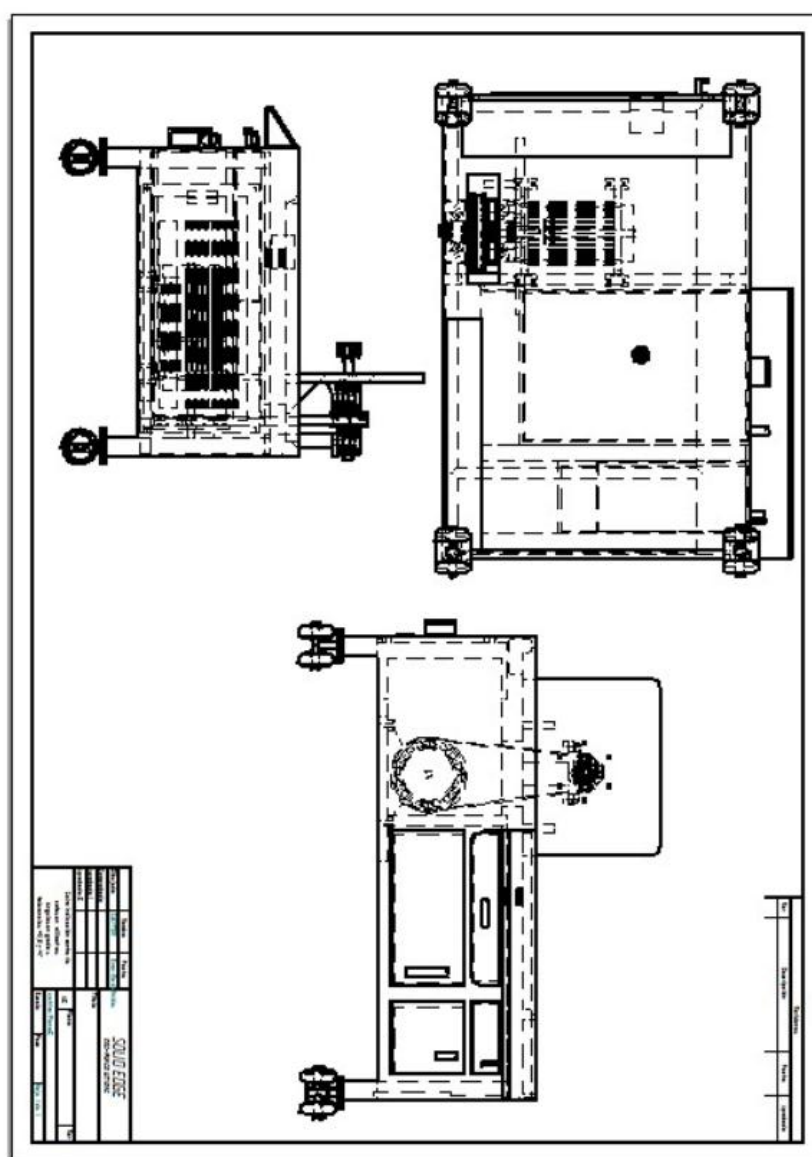
www.magellan.aero/our-products/aeroengines

www.encyclopedia.us.es/index.php/Historia_de_la_AeronA1utica

www.sumiteccr.com

ANEXOS

Anexo A. Plano General del Banco



Anexo B. Manual de mantenimiento

El presente manual indica las actividades de mantenimiento mandatarias para el normal funcionamiento del banco, con una periodicidad anual a los siguientes sistemas:

ÍTEM	SISTEMA	ACTIVIDAD
1	SISTEMA ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> >Verificar contactores del banco. >Mantenimiento motor eléctrico con cambio de rodamientos. >Verificación de conexiones eléctricas y de configuración del variador de velocidad. >Verificación de arneses de conexión.
2	SISTEMA ADQUISICIÓN DE DATOS	<ul style="list-style-type: none"> >Calibración módulos <i>Nacional Instruments</i>. >Verificación de cableado de conexión. >Verificación de canales >Mantenimiento preventivo a sistema de cómputo PC. >Copia de seguridad del sistema. >Calibración de flujo metro. >Calibración de sensor de presión. >Mantenimiento impresora. >Revisión UPS. >Mantenimiento al software de prueba con actualización de boletines en caso de ser necesario.

3	SISTEMA MECÁNICO	<ul style="list-style-type: none"> > Inspecciones no destructivas a los dispositivos; eje banco caja, chumaceras y poleas. > Cambio de correa. > Verificación sistema calentador aceite (Resistencia). > Verificación de sonda de temperatura. > Inspección a tanque reservorio. > Mantenimiento a mangueras de conexión y conectores. > Mantenimiento a la estructura del banco, con ajustes de tornillería, cambio de empaquetadura de puertas en caso de ser necesario.
---	------------------	--

Anexo C. Manual de operación caja de accesorios

1. Identifique la caja a probar (Numero de Parte (P/N), Numero de serie (S/R), Horas DURG y Horas TOTALES).
2. Identifique el reservorio y bomba de aceite con los que va a ser probada la caja. (guarde estos números de parte y serie de los dos números)
3. Coloque un tapón en la base o junta del arrancador.
4. Instale empaque en la base o junta delantera del arrancador generador.
5. Ensamble la caja en el banco de pruebas, manualmente haga engranar el eje de potencia del banco con el piñón de acople del arrancador generador de la caja, parte delantera izquierda de la caja.
6. Por la parte posterior del punto de acople (gasket) o junta, asegúrela con las seis (6) arandelas y tuercas, torque de 80 a 90 libras por pulgada.
7. Instale fitting con tapones en los dos 2 puntos de salida de presión de la caja.
8. Por el punto de conexión del eje impulsor del motor suministre a la caja, la cantidad de (2QT) de aceite 2380.
9. Manualmente gire la polea en sentido horario, y visualmente verifique que todos los piñones de la caja giran libremente, sin sobresaltos ni ruidos
10. Conecte el arnés del banco identificando chio director a la caja.
11. Instale la herramienta tapón y la herramienta de presurización P/N 21C2727 en el eje A
12. Presurice la caja ascendentemente con una presión de 8 psi, verifique escapes, si no presenta siga incrementando la presión de 30 a 32 PSI máximo. con aire seco, no excederse.

ADVERTENCIA

El manómetro debe estar calibrado para no exceder la presurización en el sistema y de forma proteger los sellos de carbón instalados en la caja durante la realización del procedimiento de prueba.

13. Energicé el banco con el botón START.
14. Energice el sistema de adquisición de datos.
15. Digite y grabe el Numero de parte, serie, horas DURG y TOTALES del reservorio y bomba de aceite con el cual se va realizar la prueba total en la segunda fase.

NOTA

asegurase de tener las manos libres de aceites o grasas para la manipulación de la pantalla cuya funcionalidad es digital, táctil, ya que el contacto con estos u otros químicos podrían dañar muchos de los componentes electrónicos.

16. De inicio al arranque “star en la pantalla”. deje que la caja gire, tenga en cuenta que todos los engranajes giren por un tiempo determinado de 20 minutos, al término de este tiempo automáticamente el sistema de adquisición de datos des energizará el motor que transmite la potencia para terminar la primera fase que es la prueba por fugas.
17. En caso que la caja presente limallas en los primeros 10 minutos de prueba se activara una alarma audible y visible que indica que se debe paralizar la prueba.
18. Instale el chip detector, vuelva agregar aceite en la caja y reinicie la prueba, si persiste la alarma haga la anotación y regrese la caja a reparación.
19. Durante la prueba por fugas este verificando visualmente que no se presentan fugas por los sellos.
20. Al término de esta prueba drene el aceite.
21. Des energicé el banco para prevenir accidentes.

SEGUNDA FASE

1. Instale seis (6) packing preformed (o-ring) P/N R1310P017 y uno (1) packing preformed P/N R1310P018
2. Instale los cinco (5) filtros.
3. instale en la caja dos fitting especiales en las dos líneas de excavación de aceite del cojinete No 1 y de los cojinetes 2 y 3.
4. posicione el piñón de la bomba con el piñón de la caja haciéndole engranar para transmitir el movimiento de los piñones de la caja a la bomba de aceite. se debe hacer manualmente.
5. instale el conjunto de reservorio y bomba en la caja de acuerdo al manual de mantenimiento P/N 00000-00
6. asegúrelo con las tres (3) arandelas y tuercas terquéelas de acuerdo al manual.
7. retire el tapón donde se instala el bulbo de temperatura de aceite e instale el termopar .conecte el arnés al banco que se encuentra identificado como TEMPERATURA.
8. suministre seis (6) QT de aceite 2380 al reservorio.
9. por el tubo de llenado instale la tapa con el sistema de pre calentador de aceite. Verifique que el aceite indique el nivel máximo con el fin de proteger la resistencia del sistema de pre calentador.
- 10.conecte el arnés identificado como C1 del pre calentador y de inicio al sistema.
- 11.instale el generador tacómetro P/N TG255-002
- 12.conecte el arnés del generador tacómetro identificado como C1 cuando la temperatura del aceite indique 80° (más o menos 10 minutos).
- 13.desde el tanque auxiliar conecte las líneas de presión y excavación de aceite.
- 14.inicie la prueba.





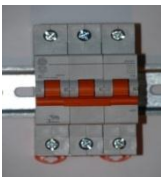
Anexo D. Manual de partes

Nombre	Marca	S/N	IMAGEN
MOTOR	SIEMENS	138652	
VARIADOR DE VELOCIDAD	SIEMENS	XACN30-002021	
EJE-CHUMACERA			
CORREA	CARLISLE		

POLEAS			
FLUJOMETRO	GPI	LM50P	
SENSOR DE PRESION PX429-150G10V	OMEGA	420203	
SONDA DE TEMPERATURA	AUTOMATISER	TIPO K	
CALENTADOR DE ACEITE	AUTOMATISER		

SISTEMA DE ADQUISICIÓN- MODULO 1 NI 9201	NATIONAL INSTRUMENTS	194922-01L	
SISTEMA DE ADQUISICIÓN- MODULO 2 NI 9211	NATIONAL INSTRUMENTS	198864C-01L	
SISTEMA DE ADQUISICIÓN- MODULO 3 NI 9411	NATIONAL INSTRUMENTS	198846A-01L	
SISTEMA DE ADQUISICIÓN- CHASIS cDAQ-9174	NATIONAL INSTRUMENTS		
COMPUTADOR ET1612IUTS	ASUS	D2PT5AS012540	

SOFTWARE DE PRUEBA	AUTOMATISER		
IMPRESORA SEM950215S98	SAMSUNG	ML-2160	
UPS MT-500VA	MTEK	WU12070140	
BOTON START M22-TR-6	EATON		

BOTON STOP "EMERGENCY" P9XER4RN	GENERAL ELECTRIC	185071	
CONECTORES TERMO PAR UPJ-K-L	OMEGA		
RELE	SCHRACK	RM732024	
CONTACTOR	GENERAL ELECTRIC		
CIRCUIT BREAKER DG61 C16	GENERAL ELECTRIC		

CIRCUIT BREAKER DG63 C16	GENERAL ELECTRIC		
BORNE NEUTRO IEC947-7-1	LEGRAND		
BORNE TIERRA IEC947-7-2	LEGRAND		
CONECTOR ARNES	CAPPLUGS	JMS3112E16- 26P	
ESTRUCTURA MECANICA	AUTOMATISER		
CONVERSOR RS232-RS-485			
CLAVIJA INDUSTRIAL			

Anexo E Formato Toma de Pruebas

Orden de mantenimiento		Fecha	Orden tecnica	Unidad cliente	Paginas
Componente a reparar		Parte Numero Componente		Serie Numero	
Nivel de mantenimiento	Aplicación	Capacidad	Tipo Mantenimiento	Horas Hombre	Taller
DATOS DEL BANCO					
Descripcion	Nº Modelo- Parte Numero	Serie Numero	Fecha Ultima Calibracion	Empresa	Numero Tarjeta Calibracion
FALLA DEL ELEMENTO REPORTADO POR UNIDAD CLIENTE					
HORA INICIO			HORA TERMINO		
PRUEBA DE FUGAS					
Maxima presion de aire aplicada					
Tiempo de prueba					
Goteo Eje B					
Goteo Eje C					
Goteo Eje D					
Sellos de carbono					
PRUEBAS CON TANQUE DE ACEITE					
Flujo maximo					
Presion					
RPM					
Temperatura de aceite					
Estado final del componente			Aceptado Rechazado		
Inspección Final o Actividad Posterior	Inspección exterior frenado	Limpieza Pintura	Identificacion Aplicabilidad	Embalaje Despacho	
	Registro Historico	SOAP	Inpeccion por Escapes		
	Retiro Preinstalacion	JOAP	otros		
OBSERVACIONES					
Operario			Inspector Especialidad		
Fecha: _____ firma y postfirma			Fecha: _____ firma y postfirma		

Anexo F. Catalogo Aceros Industriales



FICHA TÉCNICA > ACEROS PARA MAQUINARIA

ACEROS INOXIDABLES

AISI / SAE Austenítico 304 - Martensíticos 410-420

Dentro de nuestra línea de comercialización ofrecemos otra serie de aceros que complementan el portafolio.

% COMPOSICIÓN QUÍMICA (ASTM A29)									PROPIEDADES MECÁNICAS		ESTADOS DE ENTREGA
SAE	C	Mn	Si	P máx.	S máx.	Mo	Cr	Ni	Resistencia Tracción Mínimo.	Límite Elástico Mínimo.	
									Kg/mm ²	Kg/mm ²	
304	0.08 Máx.	2.0 Máx.	1.0 Máx.	0.045	0.03		18.0 / 20.0	8.0 / 10.5	50	20	Torneado / Rectificado
410	0.15 Máx.	1.0 Máx.	1.0 Máx.	0.04	0.03		11.5 / 13.5		65	50	
420	0.15 Máx.	1.0 Máx.	1.0 Máx.	0.04	0.03		12.0 / 14.0		80	65	

SAE 304

CARACTERÍSTICAS

Este es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. No es magnético siempre y cuando no haya sido deformado en frío. Tiene gran resistencia a la corrosión atmosférica, al ataque de sustancias alimenticias y ciertos ácidos minerales y orgánicos. Posee muy buena resistencia a la oxidación hasta 870 °C en servicio continuo y hasta 790 °C en servicio intermitente. La única manera de endurecerlo es por trabajo en frío pues por temple no da ninguna dureza.

APLICACIONES

En la industria química, farmacéutica, lechera, alimenticia, aeronáutica, minera, transportes, muebles, decoración, arquitectura, en medicina, en la ind. del papel, en la del petróleo, etc.

www.acerosindustriales.com

Medellín / Colombia
Calle 26 No. 41 - 140 Itagüí
Teléfono (574) 372 12 12
Fax (574) 372 14 14

Bogotá / Colombia
Av. Troncal de Occidente No. 25-50 Mosquera
Teléfono (571) 593 63 83
Fax (571) 593 63 88

Línea gratuita nacional
01 8000 519797



FICHA TÉCNICA > ACEROS PARA MAQUINARIA

SAE 410

CARACTERÍSTICAS

Es de propósito general y el tipo más usado debido a sus atractivas características y su bajo costo. Acero inoxidable martensítico, ferromagnético, importante como material industrial por su habilidad de ser tratado térmicamente para lograr diferentes niveles de dureza y resistencia mecánica. Este acero en estado recocido ó tratado térmicamente proporciona buena resistencia a la corrosión en ambientes industriales y domésticos. El máximo de resistencia a la corrosión se alcanza cuando estas aleaciones han sido templadas y luego pulidas.

APLICACIONES

Se utiliza para aparatos de uso domestico, elementos decorativos, elementos industriales como ventiladores, alabes de turbinas, grifería en general. Ejes de bombas de agua, válvulas y asientos de escape, herrajes, cadenas de transportadores, accesorios y válvulas, ejes de transportadores, vástagos para bombas de refineras, tornillería y tuercas, remaches, elementos para hornos, instrumentos de medida, etc.

SAE 420

CARACTERÍSTICAS

Es una modificación del 410., con alto contenido de carbono que le permite alcanzar mayor dureza y mayor resistencia al desgaste aunque menor resistencia a la corrosión.

APLICACIONES

Instrumentos dentales y quirúrgicos, hojas de cuchillos, cojinetes de esfera, válvulas, etc.